



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Abrantes

Estágio em Projecto Mecânico

Relatório de Estágio

Pedro Filipe Novais Gaspar
Aluno nº 14887

Mestrado em Engenharia Mecânica
Projeto e Produção Mecânica

Abrantes/ Novembro/ 2016



Instituto Politécnico de Tomar

**Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Abrantes**

Pedro Filipe Novais Gaspar

MANUTENÇÃO MECÂNICA DE CENTRAIS HIDROELÉTRICAS

Relatório de Estágio

Orientado por:

Engenheiro Francisco Freitas – EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.
Professor Doutor Bruno Chaparro – Escola Superior de Tecnologia de Abrantes

Júri:

Professor Doutor Jorge Antunes – Escola Superior de Tecnologia de Abrantes
Professora Doutora Isabel Nogueira – Escola Superior de Tecnologia de Abrantes
Professor Doutor Bruno Chaparro – Escola Superior de Tecnologia de Abrantes

Dissertação ou Projecto ou Relatório de Estágio
apresentada ao Instituto Politécnico de Tomar
para cumprimento dos requisitos necessários
à obtenção do grau de Mestre
em Projeto e Produção Mecânica

RESUMO

O presente trabalho consiste em um relatório sobre o estágio que me foi facultado pela empresa EDP Produção em cooperação com a Escola Superior de Tecnologia de Abrantes.

Este estágio foi consumado na Direção Tejo-Mondego (DTM), nos escritórios no edifício sede em Castelo do Bode, da Empresa EDP Gestão da Produção de Energia S.A., com o acompanhamento do Engenheiro Francisco Freitas, gestor do departamento de Manutenção Mecânica, em cooperação com o docente orientador de estágio da ESTA, Doutor Bruno Chaparro.

O estágio em causa teve principalmente como objeto de estudo a Manutenção dos Equipamentos Hidromecânicos e Auxiliares, assim como dar a conhecer as ferramentas de apoio como o SAP, tal como as funções desempenhadas pela Engenharia nesta empresa, nomeadamente no ramo da Manutenção Mecânica.

Tal como seria de esperar nesta empresa são efetuados todos os tipos de Manutenção, mas tendo como principal objetivo reduzir a Manutenção Corretiva a “zero”, utilizando para isso a Manutenção Preventiva e de Melhoria utilizando as ferramentas *Lean* para identificar a causa raiz dos problemas e falhas, aumentando a fiabilidade dos equipamentos e evitando custos desnecessários com indisponibilidades.

Palavras-chave: Manutenção, Manutenção Preventiva, Melhoria, *Lean*, Manutenção Mecânica, Manutenção Corretiva.

ABSTRACT

The present work consists of a report on the internship that was given to me by the company EDP Produção in cooperation with the Abrantes Higher School of Technology.

This stage was accomplished at the Tejo-Mondego Direction (DTM), in the offices at the headquarters building in Castelo do Bode, of the EDP Gestão da Produção de Energia SA company, with the accompaniment of the Engineer Francisco Freitas, manager of the Mechanical Maintenance department, in cooperation with ESTA's trainee counselor, Doctor Bruno Chaparro.

The main subject of this internship was the Maintenance of Hydromechanical and Auxiliary Equipment, as well as the knowledge of support tools such as SAP, and the functions performed by Engineering in this company, namely in the field of Mechanical Maintenance.

As we would expect, this company has all types of Maintenance with the main objective to reduce Corrective Maintenance to "zero", using the Preventive Maintenance and Improvement using *Lean* tools to find the root cause of the failures and problems, increasing the reliability of equipment and avoiding unnecessary costs with unavailability.

Keywords: Maintenance, Preventive Maintenance, Improvement, *Lean*, Mechanical Maintenance, Corrective Maintenance.

AGRADECIMENTOS

Expresso aqui os meus agradecimentos a todas as pessoas que me ajudaram ao longo deste Projeto de Estágio, contribuindo para o sucesso do mesmo. Deste modo, começo por agradecer a todos os colaboradores do Centro de Produção Tejo-Mondego, que, de algum modo, contribuíram para o sucesso deste projeto.

Ao Professor Doutor Bruno Chaparro, do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Superior de Tecnologia de Abrantes, por aceitar ser o meu Coordenador de estágio e por toda a disponibilidade e apoio prestado no decorrer do mesmo.

Ao Engenheiro Francisco Freitas, orientador responsável pelo meu estágio e Gestor do Departamento de Manutenção Mecânica do Centro de Produção Hidráulica Tejo-Mondego da EDP Gestão da Produção de Energia, por toda a disponibilidade e, em especial, pelo apoio prestado, desde a inscrição no estágio à imersão na área da usabilidade, sempre sustentada pelo rigor técnico.

A todos os meus colegas, especialmente ao Bruno Pereira, Daniel Gonçalves, Paulo Leandro e Jorge Ventura, colegas de curso e amigos, por me terem acompanhado durante o curso, pelos incentivos e pelo apoio que me deram, pela cooperação e camaradagem. Foram uma grande ajuda para levar o curso para a frente mesmo nas alturas em que me encontrava mais em baixo.

Agradeço também a todos os meus outros colegas e amigos presentes na DTM.

Agradeço ao meu amigo e colega de pesca Vítor Bento que me apoiou constantemente, pela camaradagem e amizade inestimáveis, que não me abandonou mesmo apesar de deixar de estar presente na sua vida durante bastante tempo.

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para o sucesso deste estágio que não foram mencionadas anteriormente.

Por fim, quero agradecer especialmente à minha companheira Cátia Martins que sempre me apoiou para continuar a estudar, pelo apoio e paciência que dedicou ao “zombie” em que me tornei durante parte deste curso, assim como toda a compreensão que teve pela minha ausência e por me ter dado a coisa mais importante da minha vida,

a minha filha, mesmo não sendo fácil conjugar a parentalidade, trabalho e estudos, deu-me força e alegria para me conseguir manter de pé e chegar onde cheguei.

A todos o meu mais sincero OBRIGADO!!!

ÍNDICE

RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
AGRADECIMENTOS	iv
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA EDP	3
2.1. História da EDP	3
2.2. Internacionalização	4
2.3. EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.....	5
2.4. Direção de Produção Hídrica	6
3. Centro de Produção Tejo-Mondego.....	7
3.1. PRO - Produção em regime ordinário	8
3.2. PRE - Produção em regime especial	9
3.3. Peeble Hydro.....	10
3.4. Centrais Hidroelétricas.....	10
3.5. Tipos de Aproveitamentos	11
3.5.1. Aproveitamentos de fio de água.....	11
3.5.2. Aproveitamentos de albufeira	11
3.5.3. Aproveitamentos de bombagem.....	12
3.6. Tipos de Turbinas.....	12
3.6.1. Turbina Francis	12
3.6.2. Turbina Kaplan.....	13

3.6.2.1. Turbina Bolbo	13
3.6.3. Turbina Pelton	13
3.7. Tipos de Barragem	14
3.7.1. Abóbada	14
3.7.2. Aterro	14
3.7.3. Gravidade	14
4. Manutenção.....	14
4.1. Definição de Manutenção	15
4.2. Evolução da Manutenção	15
4.2.1. A primeira geração (1930 - 1939);.....	15
4.2.2. Segunda geração (1940 - 1975);.....	16
4.2.3. Terceira geração (1975 - Atualidade);	16
4.3. Tipos de Manutenção [18]	16
4.3.1. Manutenção Preventiva Sistemática.....	16
4.3.2. Manutenção Preventiva Condicionada.....	17
4.3.3. Manutenção Preditiva.....	18
4.3.4. Manutenção Corretiva	18
4.3.5. Total Productive Maintenance (TPM).....	19
4.3.6. Reliability Centered Maintenance (RCM)	20
4.3.7. Risk Based Maintenance (RBM).....	20
4.4. Custos de Manutenção	21
4.4.1. Custos diretos	21
4.4.2. Custos indiretos	21
4.4.3. Custos de Posse	21
4.5. Manutenção nas Centrais Hidroelétricas.....	21

4.5.1. Manutenção preventiva sistemática	22
4.5.2. Técnicas preditivas	22
4.5.3. Manutenção corretiva ou paliativa	22
4.5.4. Manutenção de melhoria	22
5. Lean	22
5.1. Gestão Lean.....	22
5.2. Filosofia Lean [19].....	23
5.3. Objetivos Lean	23
5.4. Os 5 Princípios do Lean	23
5.4.1. Definir valor:	23
5.4.1.1. Definir a cadeia de valor:	24
5.4.1.2. Optimizar o fluxo:	24
5.4.1.3. Sistema Pull:.....	24
5.4.1.4. Perfeição:.....	24
5.5. Os Pilares do Sistema Lean.....	24
5.5.1.2. O conceito de melhoria contínua (KAIZEN)	24
5.5.1.3. Mapeamento da cadeia de valor (VSM).....	25
5.5.1.4. Heijunka	25
5.5.1.5. Kanban	25
5.5.1.6. Total Productive Maintenance (TPM).....	25
5.5.1.7. Andon	25
5.5.1.8. Poka-Yoke	25
5.5.1.9. Seis Sigma	25
5.5.1.10. Single Minute Exchange of Die (SMED)	25
5.6. 5 "S"	26

5.6.1.1.	Seiri-Senso de utilidade e separação	26
5.6.1.2.	Seiton– Senso de identificação, organização e localização.....	26
5.6.1.3.	Seiso– Senso de limpeza e zelo.....	26
5.6.1.4.	Seiketsu– Senso de padronização e normalização	27
5.6.1.5.	Shitsuke– Senso de Autodisciplina e compromisso.....	27
5.7.	Os 8 Desperdícios (Figura 3)	27
5.7.1.1.	Defeitos	27
5.7.1.2.	Inventário	28
5.7.1.3.	Movimento	28
5.7.1.4.	Tempo de Espera.....	28
5.7.1.5.	Transporte.....	29
5.7.1.6.	Produção em Excesso.....	29
5.7.1.7.	Sobre Processamento.....	29
5.7.1.8.	Aproveitamento do Potencial Humano	29
5.8.	Os 5 Porquês do Lean	30
6.	Manutenção na EDP Produção Hídrica [3]	30
6.1.	Missão e Objetivos da Manutenção na EDP Produção.....	30
6.1.1.	PLANO DE NEGÓCIOS (PN)	31
6.1.2.	PLANO PLURIANUAL DE INVESTIMENTOS (PPI)	31
6.1.3.	PLANO DE ATIVIDADES E ORÇAMENTO (PAO).....	31
6.1.4.	Missão:	32
6.1.5.	Objetivos:	32
6.2.	A Engenharia Mecânica na EDP Produção Hídrica.....	32
6.3.	Gestão da Manutenção	34
6.4.	Manutenção das Centrais Hidroelétricas.....	35

7.	Planeamento.....	37
8.	Reparação de Fuga de óleo no Grupo 3 da central de Belver.....	38
9.	Estudo e implementação de melhorias Lean	44
9.1.	Bouçã-Melhorar o sistema de recolha de vapores de óleo das chumaceiras do grupo 1	45
10.	Gestão de Processos.....	47
10.1.	Programa de Concurso	48
10.2.	Condições Gerais.....	48
10.3.	Condições Especiais	48
10.4.	Condições Técnicas	49
10.5.	Mapa de Preços	49
11.	Intervenção nas Chumaceiras inferiores das pás diretrizes de Alqueva I53	
12.	Conclusão	58
13.	Referências bibliográficas	59
14.	Anexos	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Aproveitamentos Hidroelétricos DTM	7
Figura 2 - 5 “S”	26
Figura 3 – Os 8 desperdícios.....	27
Figura 4 - Fluxograma da Manutenção nas centrais hídricas	36
Figura 5 - Requisição de materiais na ordem em SAP PM.....	37
Figura 6 - Simulação de novo vedante (Anexo 1)	39
Figura 7 - Desmontagem dos segmentos de acesso aos vedantes.....	39
Figura 8 - Molde do alojamento dos vedantes	40
Figura 9 - Vedantes antigos	40
Figura 10 - Zona de trabalho.....	41
Figura 11 - Junta de vedação do veio.....	42
Figura 12 - Anel bipartido superior	43
Figura 13 - A.H. Bouçã - Aplicação de Filtros de Névoa de Óleo nas Chumaceiras Grupo 1	45
Figura 14 - Cabril - Melhorar o Sistema de Limpeza do 2º Escalão da Refrigeração do Grupo 1	45
Figura 15 - Melhoria no Sistema de Consignação dos Acumuladores Ar/Óleo dos Sistemas Óleo Regulação do A.H. Fratel	46
Figura 16 - Beneficiação dos Sistemas de Acionamento das Comportas dos Descarregadores de Cheias das Centrais de Aguieira e Belver	51
Figura 17 - Renovação do Sistema de Água de Refrigeração do Grupo 6 de Belver.....	52
Figura 18 - Recuperação e Fabrico de Hastes para os Sistemas de Acionamento das Válvulas Cilíndricas dos Grupos Geradores de Aguieira.....	52
Figura 19 - Beneficiação da Comporta nº1 da Tomada de Água dos Grupos 1 a 3 de Fratel	53

Figura 20 - Desenho de conjunto da chumaceira das pás diretrizes	53
Figura 21 - Solução inicial	54
Figura 22 - Solução inicial A e B (alteração)	55
Figura 23 - Solução C	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.H. – Aproveitamento Hidroelétrico

EDP – Energias de Portugal

ESTA – Escola Superior de Tecnologia de Abrantes

IPT – Instituto Politécnico de Tomar

DTM – Direção Tejo-Mondego

S.A. – Sociedade Anónima

PAC – Proteção Anticorrosiva

ESP – Equipamento Sob Pressão

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório de estágio enquadra-se na licenciatura de Engenharia Mecânica, lecionado na Escola Superior de Tecnológica de Abrantes (ESTA) pertencente ao Instituto Politécnico de Tomar (IPT).

No decorrer da atividade académica são tomadas algumas decisões relevantes e uma delas, foi certamente a opção de realizar um estágio académico. Esta escolha, deve-se a intenção de desenvolver uma maior capacidade de comunicação, de interagir com um grupo de trabalho, conhecer o funcionamento duma empresa, ter oportunidade de recolher o máximo de informação e adquirir novas experiências.

A minha opção para este estágio foi a empresa EDP na Direção de Produção Tejo-Mondego, sediada em Castelo do Bode sendo uma oportunidade de contactar diretamente com o mercado de trabalho, de forma a completar e aperfeiçoar as competências socioprofissionais.

Neste relatório será inicialmente apresentada a empresa EDP, descritos os vários locais frequentados no decorrer do estágio, assim como as atividades desenvolvidas pela empresa e as experiências em que pude participar.

Procurei atingir os objetivos propostos pela escola que é a integração no contexto laboral, a perceção do contraste entre a realidade laboral, a realidade escolar e a aplicação dos conhecimentos adquiridos, procurando também atingir alguns objetivos pessoais.

No decorrer do estágio foram desenvolvidas competências no âmbito da Gestão da Manutenção, passando pela manutenção programada de grupos geradores, nos quais para além de manutenção preventiva sistemática foram também efetuadas algumas manutenções corretivas, assim como melhorativas e envolvendo também o programa *Lean* que visa a melhoria das condições de trabalho, redução de custos e aumento da fiabilidade de equipamentos.

Estruturalmente o relatório de estágio está definido por 7 capítulos. No capítulo 1, Introdução, estabelece o tema principal do trabalho. No capítulo 2, Apresentação da Empresa, descreve a empresa onde decorreu o estágio. No Capítulo 3, Centro de

Produção Tejo-Mondego, descrição do local de estágio e sua constituição. No capítulo 4, Manutenção, aborda o tema da manutenção e a sua aplicação em centrais hidroelétricas. No capítulo 5, Lean, descrição do tema da gestão *Lean*. No capítulo 6, descrição da manutenção na EDP Produção Hídrica. Nos capítulos 7 a 11, faz-se o relato das atividades realizadas no decorrer do estágio. No capítulo 12, Conclusão, descrevem-se as principais conclusões retiradas na realização do estágio.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA EDP

2.1. História da EDP

Os candeeiros de iluminação pública foram os primeiros a serem fornecidos com energia, o que resultou, em 1891, na criação da Companhia Reunidas Gás e Electricidade, que tinha a concessão para produzir, distribuir e vender gás e electricidade para iluminação pública.

Nos anos 40, o sistema elétrico nacional ganha novo impulso com o desenvolvimento das hidroelétricas. “O regime legal protegia a propriedade nacional e garantia a superintendência do governo sobre operações de alienação de capital ou de abertura de novas empresas. Em alguns sectores em que vigorava o regime de concessão (como o tabaco, jogo, televisão, ferrovia, energia elétrica) só era permitido um terço de capital estrangeiro.

Foi nestes anos de desenvolvimento das hidroelétricas que surgiu a Companhia Nacional de Electricidade (CNE), para a exploração de linhas de transporte e subestações destinadas ao fornecimento de electricidade e à interligação dos sistemas de Cávado e Zêzere. É a génese da REN (Rede Eléctrica Nacional), autonomizada da EDP apenas no ano 2000.

Embora a primeira referência legal a uma rede elétrica nacional remonte já aos anos 20, só na década de 40 vem, realmente, a constituir-se a Rede Eléctrica Nacional e surge a preocupação em criar uma rede primária resultando na eletrificação nacional, mas tendo em mente o abastecimento da indústria. Em 1944 foi aprovada a lei que permite a constituição do plano nacional de energia que enquadrava a nova visão para o sector.

Foi nesta altura que se retiraram as concessões à Companhia de Queda de Água do Norte de Portugal (responsável pelo aproveitamento hidroelétrico dos rios Cávado-Rabagão) e à Companhia de Viação e Electricidade de Lisboa (para o Zêzere) por incumprimento no contrato de concessão, passando-se estas concessões para empresas de capitais mistos: a Hidroeléctrica do Cávado e a Hidroeléctrica do Zêzere. E nasceram os grandes empreendimentos hidroelétricos, como a barragem de Castelo do Bode que,

ao entrar em funcionamento, destronou, pela primeira vez, a hegemonia do carvão como matéria-prima principal na produção de electricidade.

A EDP foi criada em 1976, através da fusão de 13 empresas que tinham sido nacionalizadas em 1975, então com o nome "Electricidade de Portugal". Então, como empresa estatal, ficou encarregue da eletrificação de todo o país, a modernização e extensão das redes de distribuição elétrica, do planeamento e construção do parque electroprodutor nacional, e do estabelecimento de um tarifário único para todos os clientes.

Em meados da década de 1980 a rede de distribuição da EDP cobria 97% do território de Portugal continental e assegurava 80% do fornecimento de energia elétrica em baixa tensão. Em 1991, o Governo decidiu alterar o estatuto jurídico da EDP, de Empresa Pública para Sociedade Anónima. Em 1994, depois de uma profunda reestruturação, foi constituído o Grupo EDP.

Em Junho de 1997 ocorre a primeira fase de privatização da EDP, tendo sido alienado 30% do capital. Foi uma operação de grande sucesso em que a procura superou a oferta em mais de trinta vezes, e pela qual mais de oitocentos mil portugueses (cerca de 8% da população) se tornaram acionistas da EDP.

Em 2013 a Parpública, empresa que gere as participações do Estado, vendeu as últimas ações detidas na EDP, num total de 4,144% do capital social da elétrica, por 2,35 euros por ação, com um encaixe de 356 milhões de euros. [6][7]

2.2. Internacionalização

Dão-se, em 1996, os primeiros passos na internacionalização do Grupo EDP. Seguiram-se cinco fases de privatização: Maio de 1998, Junho de 1998, Outubro de 2000, Novembro de 2004 e Dezembro de 2005.

Em 2004, o sorriso passa a ser a imagem de marca da EDP e a empresa altera a sua designação para Energias de Portugal. Em 2006 a EDP muda o seu posicionamento e a sua assinatura passa para “sinta a nossa energia”.

Em 2007, o Grupo EDP, através da sua subsidiária Energias Renováveis, adquire um dos maiores produtores de energia eólica do mundo, a Horizon Wind Energy, com aerogeradores em Nova Iorque, Iowa, Pensilvânia, Washington e Oklahoma e com projetos para o Minnesota, Oregon, Texas e Illinois, a Horizon foi adquirida por 2,15 mil milhões de dólares americanos.

No mercado das energias renováveis, a EDP, através da EDP Renováveis, é hoje um dos maiores *players* eólicos do mundo, com 10.052 MWs instalados no final de 2016. Tem, ainda, operações e projetos em Portugal, Espanha, França, Estados Unidos, Reino Unido, Itália, Bélgica, Polónia, Roménia e Brasil.

Em 2010, a marca EDP figura na 192.^a posição da lista das 500 de maiores do mundo, sendo a marca portuguesa melhor posicionada com 3,2 mil milhões de euros.

Em 2011, 60 por cento dos resultados da empresa foram gerados fora de Portugal para tal contribuiu o crescimento dos negócios das renováveis e do Brasil.

O trabalho desenvolvido pela EDP em matérias de sustentabilidade tem sido reconhecido pelas instâncias internacionais. Em 2010 e 2011 a EDP foi eleita a líder mundial do índice “*Dow Jones Sustainability Index*” nas empresas do sector elétrico.[9][10]

2.3. EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.

A criação da EDP - Gestão da Produção de Energia, S.A. (EDP Produção), legalmente constituída a 28 de Março de 2001, representou mais um passo na estratégia de reorganização do Grupo EDP para responder de uma forma adequada aos desafios europeus e à liberalização do mercado de eletricidade, nomeadamente na Península Ibérica.

EDP Produção assegura seis funções essenciais: a gestão dos ativos de produção; o desenvolvimento das atividades de suporte administrativo, financeiro, de recursos humanos e de comunicação; o planeamento e controlo de gestão; o desenvolvimento de

novas oportunidades de negócio; o apoio técnico à exploração e a gestão técnica das diversas participações financeiras do Grupo, no domínio da Produção de Energia.

Visando contribuir para dar resposta ao acentuado crescimento do consumo de eletricidade que se tem vindo a registar nos últimos anos e face aos objetivos de redução de emissões de CO₂, encontram-se em construção ou projeto diversos empreendimentos hidroelétricos pelos quais pretende a EDP Produção reforçar a sua participação no SEP.

Quanto à Produção em Regime Especial, a EDP Produção tenciona expandir de forma extremamente significativa o seu parque eólico, prevendo atingir mais de cinco centenas de MW a médio prazo, e continuar a investir em projetos de cogeração.

Todos estes projetos contribuem de forma clara para a missão cometida à EDP Produção: liderar todos os segmentos da produção de eletricidade em Portugal.

A EDP explora hoje um dos portfolios de geração mais equilibrados da Península Ibérica considerando o peso significativo da geração hídrica, a eficiência operacional das suas centrais a carvão e a crescente capacidade em centrais de ciclo combinado.[17]

2.4. Direção de Produção Hídrica

Os aproveitamentos hidroelétricos da EDP Gestão da Produção de Energia, S.A., integrada no Grupo EDP, distribuem-se por três grandes Centros de Produção: Cávado-Lima, Douro e Tejo-Mondego. As respetivas sedes situam-se em Caniçada, Régua e Castelo do Bode.

As centrais, quase na sua totalidade (99.89% da potência instalada), são operadas a partir do Centro de Telecomando de Centrais Hidroelétricas, localizado em Porto (Boavista).

3. CENTRO DE PRODUÇÃO TEJO-MONDEGO

Foi neste Centro de Produção que todo o trabalho de estágio se desenvolveu, tendo ficado alocado no edifício sede localizado em Castelo do Bode, Tomar. É aqui que é gerida a Manutenção de todos os Aproveitamentos Hidroelétricos que compõem este Centro.

O Centro de Produção Tejo-Mondego inclui pequenos e grandes aproveitamentos (Figura 1). Destes, sete situam-se na bacia hidrográfica do rio Mondego, sete na bacia hidrográfica do rio Tejo e um na bacia hidrográfica do rio Guadiana. As respetivas centrais hidroelétricas representam uma potência nominal de 1318 MW (Mondego – 470 MW; Tejo – 589 MW; Guadiana – 259 MW), distribuída por 40 grupos geradores (Mondego – 15; Tejo – 23; Guadiana – 2), e uma produtibilidade média anual de 2292 milhões de kWh (Mondego – 513 milhões de kWh; Tejo – 1510 milhões de kWh; Guadiana – 269 milhões de kWh).[3]

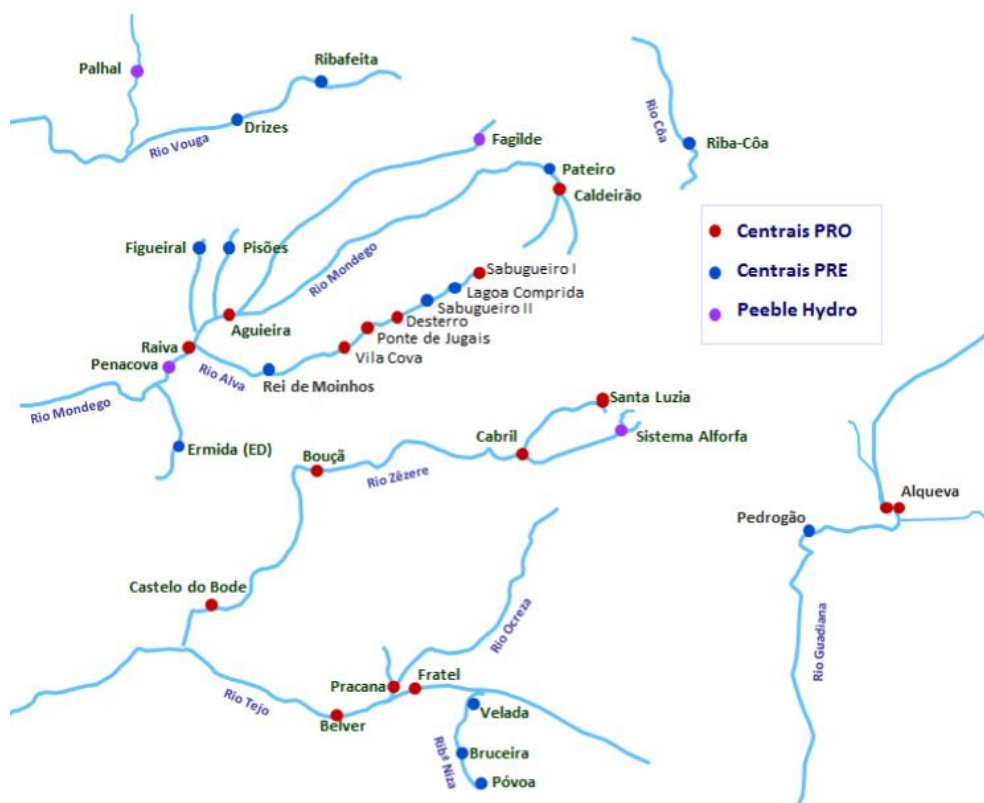


Figura 1 - Aproveitamentos Hidroelétricos DTM

3.1. PRO - Produção em regime ordinário

Considera -se produção de eletricidade em regime ordinário a atividade de produção que tem por base fontes de origem térmica ou grandes centrais hídricas.

Neste regime de produção há um incentivo a utilização de recursos endógenos e renováveis ou a produção combinada de calor e eletricidade e funciona mediante a atribuição de uma licença. A ligação à rede do produtor terá que satisfazer os requisitos previstos no enquadramento legal das instalações de produção.

O regime ordinário desenvolve-se em regime de concorrência desde 2007, após a implementação do MIBEL (Mercado Ibérico de Eletricidade). Desde então, a atividade de produção foi liberalizada e as centrais passaram a ofertar a sua energia numa plataforma comum de energia, integrada a nível ibérico.

Também a remuneração das centrais sofreu alterações, e os Contratos de Aquisição de Energia (CAE) deram lugar aos Custos de Manutenção dos Equilíbrios Contratuais (CMEC). Quanto à decisão de operação das centrais, deixou de ser operada centralmente pela REN e passou para um regime de despacho descentralizado a cargo dos diferentes operadores.

Em termos de remuneração das centrais, antes da implementação do MIBEL funcionava através dos Contratos de Aquisição de Energia (CAE) e a decisão de operação das centrais era realizada centralmente pela REN. Com o MIBEL, houve uma transição para um regime de despacho descentralizado a cargo dos operadores, e o término antecipado dos CAE, que deram lugar aos Custos de Manutenção dos Equilíbrios Contratuais (CMEC) para as centrais do Grupo EDP, instrumentos que proporcionaram taxas de rentabilidade em linha com os CAE iniciais. Adicionalmente, com o maior peso da produção de origem renovável no sistema elétrico, a disponibilidade e o investimento em tecnologias de backup têm sido incentivados através do mecanismo da Garantia de Potência.

A gestão dos mercados que integram o MIBEL está a cargo do Operador do Mercado Ibérico de Energia – Pólo Português (OMIP), responsável pela gestão do mercado a prazo. [11]

3.2. PRE - Produção em regime especial

A produção em regime especial é a atividade de produção sujeita a regimes jurídicos especiais, como é o caso da produção de eletricidade através de cogeração e de recursos endógenos, renováveis e não renováveis, a microprodução, a miniprodução e a produção sem injeção de potência na rede.

Em Portugal, a produção em regime especial contempla operações de produção elétrica através de mini-hídricas, cogeração e biomassa. No contexto da política comunitária foi promovida a produção em regime especial, tendo sido definidas as condições técnicas de ligação à rede de distribuição de energia, além de ter sido garantida a compra de energia emitida para a rede, de acordo com processos remuneratórios definidos em vários diplomas legais.

Fazem parte deste regime a:

Produção de eletricidade a partir de fontes de energia renováveis, resíduos industriais ou urbanos;

Produção de eletricidade em cogeração (calor e eletricidade);

Microprodutores (aplicável em BT);

Minipprodutores (aplicável em MT e BT);

Unidade de Pequena Produção (UPP) (aplicável em MT e BT);

Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC) (aplicável em AT, MT e BT);

Esta atividade tem um enquadramento legal específico, nomeadamente no que concerne à comercialização da eletricidade produzida e à remuneração dos respetivos operadores, com o objetivo de promover o desenvolvimento das energias renováveis. A energia produzida em regime especial beneficia de despacho prioritário em Portugal.

O Comercializador de Último Recurso (CUR) tem a obrigação legal de compra da totalidade de produção em regime especial aos produtores que o queiram fazer, a preços regulados e fixados administrativamente para cada tecnologia (feed-in-tariffs) – regime bonificado –, o que não limita, contudo, a possibilidade de os produtores em

regime especial venderem a sua energia a outros comercializadores de eletricidade a operar no mercado.

Recentemente, as leis base do setor foram alteradas no sentido de a PRE poder também ser remunerada em regime de mercado, ou seja, os produtores colocam diretamente a sua energia em mercado em condições semelhantes às dos PRO, podendo também esta colocação ser feita com recurso a um agente agregador.

É expectável que, à medida que as tecnologias PRE vão amadurecendo e aumentando a sua competitividade, os produtores em regime especial passem também a oferecer a energia produzida em mercado, em termos semelhantes aos aplicados aos produtores em regime ordinário. [11][12]

3.3. Peeble Hydro

A EDP e o Banco Espírito Santo de Investimento (BESI), celebraram, no dia 21 de Dezembro de 2007, com a Babcock & Brown Hydro Holdings S.A.R.L., um contrato de compra e venda para a aquisição de 100% das quotas da Pebble Hydro - Consultoria, Investimentos e Serviços (Pebble Hydro). A Pebble Hydro detém 11 centrais mini-hídricas com uma capacidade de 89,1 MW em operação em regime especial com licença de exploração que terminam entre 2025 e 2040. Em 2006, a tarifa média destas centrais foi de €84,8/MWh, a qual ao abrigo do DL nº168/99 é atualizada à inflação no período de licença de exploração das centrais.

Esta aquisição, que apresenta um elevado nível de sinergias com o atual parque hídrico da EDP em Portugal, vem em linha com a estratégia de crescimento focado da EDP na área de energias renováveis, com o objetivo de reduzir o nível de emissões de CO₂ e obter taxas de rentabilidade atrativas a um risco controlado.[13]

3.4. Centrais Hidroelétricas

As centrais hidroelétricas são instalações nas quais se produz energia elétrica a partir da energia potencial das águas dos rios e lagos. A água retida na albufeira é

desviada através de um circuito hidráulico, normalmente constituído por um túnel e/ou conduta forçada, para uma central onde a água em movimento é aproveitada para impulsionar as pás de uma turbina hidráulica, a qual, por sua vez, faz mover a peça móvel de um alternador (rotor), cujo eixo está diretamente acoplado ao da turbina.

A rotação imprimida pela turbina ao rotor provoca um fenómeno de indução que gera, a peça fixa do alternador (estator), correntes elétricas elevadas.

A tensão da energia produzida é elevada através de transformadores, para um nível de tensão mais adequado ao transporte da energia elétrica a grande distância.

A hidroeletricidade é um recurso energético renovável, ou seja, a sua fonte, a água, é teoricamente inesgotável, circula na natureza em circuito fechado.[8]

3.5. Tipos de Aproveitamentos

Para a produção de energia e de acordo com as centrais existentes, são feitos vários aproveitamentos aqui referenciados: [8]

3.5.1. Aproveitamentos de fio de água

Estes aproveitamentos caracterizam-se pelo facto de o reservatório criado pela barragem ter uma duração de enchimento, com o caudal médio anual, inferior a 400 h.

Localizam-se normalmente em cursos de água de declive pouco acentuado e em que os caudais disponíveis são elevados.

A reduzida capacidade de armazenamento destes aproveitamentos impõe que as afluências sejam lançadas quase instantaneamente para jusante, isto é, o regime do rio não é alterado de modo significativo pelo aproveitamento.

Este tipo de aproveitamento, concentra-se nos rios Douro e Tejo.

3.5.2. Aproveitamentos de albufeira

Nestes aproveitamentos, o reservatório criado pela barragem tem uma duração de enchimento, com o caudal médio anual, superior a 400 h. Graças à elevada capacidade de armazenamento de que dispõem, permitem reter a água que aflui nos meses mais

húmidos para posterior turbinamento na época seca. Devido às características de reserva, só funcionam quando necessário e muitas vezes, em horário de ponta, isto é, em períodos de elevado consumo de eletricidade. São habitualmente implantadas nas regiões montanhosas, pelo que na maioria se situa no norte do País.

Estes reservatórios de água, para além de se constituírem em armazenamento de energia, têm, entre outros, um potencial efeito regularizador de regime dos rios, nomeadamente dos caudais de cheias.

3.5.3. Aproveitamentos de bombagem

Frequentemente as centrais de albufeira são equipadas com grupos turbina – bomba, que proporciona a recuperação da água já utilizada. Em muitos casos existe, a jusante da central, uma barragem que permite o armazenamento da água saída das turbinas.

No funcionamento em bombagem, a energia elétrica é utilizada para mover o rotor do alternador, que por sua vez, impulsiona a turbina.

Neste regime de funcionamento em bombagem, utilizam-se os excedentes de energia elétrica, nas horas de baixo consumo, para elevar a água da albufeira do aproveitamento a jusante para a do aproveitamento a montante, situada a um nível mais elevado. Esta água será turbinada de novo nas horas de maior consumo.

3.6. Tipos de Turbinas

Após conhecer o tipo de centrais, o tipo de aproveitamento das mesmas, vamos enunciar as várias turbinas a funcionar nas diferentes barragens, relatar o seu funcionamento e perceber o motivo da escolha para cada uma delas bem como o porquê desta escolha. [1]

3.6.1. Turbina *Francis*

A câmara de entrada desta máquina hidráulica, uma voluta em forma de espiral, encaminha a água para o distribuidor, onde é orientada da periferia para o eixo da

turbina, caindo a seguir sobre as pás da roda e dando origem á sua rotação por um fenómeno de reação.

Este tipo de turbina trabalha imerso na água que, depois de atuar sobre a roda, se escoo pelo difusor, paralelamente ao eixo da rotação.

A turbina Francis normalmente é instalada em aproveitamentos de média ou baixa queda, como são por exemplo os do Alto Lindoso, Salamonde, Vilarinho das Furnas, Caniçada, Torrão, Aguieira, Castelo do Bode, Cabril, Bouçã, Caldeirão e Pracana.

3.6.2. Turbina *Kaplan*

Trata-se igualmente de uma turbina de reação que se diferencia da turbina francis por apresentar menor quantidade de pás, com inclinação regulável e em forma de hélice. Trata-se de um equipamento adaptado aos aproveitamentos á fio de água, de baixa queda e elevado caudal, como por exemplo os de Touvedo, Carrapatelo, Régua, Valeira, Pocinho, Fratel e Belver.

3.6.2.1. Turbina *Bolbo*

Nos aproveitamentos de muita baixa queda, instalam-se habitualmente os chamados grupos “bolbo” constituídos no essencial por uma cuba em forma de bolbo, totalmente submersa na água, onde se alojam a turbina tipo kaplan do eixo horizontal também conhecida por turbina bolbo e o alternador.

3.6.3. Turbina *Pelton*

Neste tipo de turbina, designada turbina de ação, a água em carga nas condutas forçadas é distribuída pelas tubeiras até aos injetores, de onde sai em jato, indo acionar diretamente, sob forte pressão, as pás (em forma de concha dupla) da roda móvel.

A turbina Pelton é utilizada em aproveitamentos de alta queda e baixo caudal. Em Portugal existem exemplares destas turbinas nas centrais de Vila Nova, Tabuaço e Santa Luzia.

3.7. Tipos de Barragem

3.7.1. Abóbada

Barragem em abóbada, é um dos dois tipos de barragens de betão. São construídas em vales mais apertados, podendo desta forma a altura ser maior que a largura. A dupla curvatura, vertical e horizontal, aliada à grande altura pode conferir-lhes grande espetacularidade. A curvatura horizontal permite a transmissão da força da impulsão da água da albufeira às margens.[15]

3.7.2. Aterro

Uma barragem de aterro é um tipo de barragem de terra e/ou rocha que funciona de modo a reter a água. Estas barragens são muito diferentes relativamente às barragens de betão pois são normalmente construídas em vales largos onde ocorrem fundações piores, nomeadamente em solos argilosos ou solos arenosos. Esta melhor adaptação ao tipo de terreno da fundação deve-se à maior área da base que tem como consequência uma melhor distribuição das cargas transmitidas às fundações.[16]

3.7.3. Gravidade

As barragens de gravidade são um dos dois tipos de barragens de. São constituídas por uma parede de betão que resiste pelo próprio peso à impulsão da água e transmite as solicitações à fundação. A utilização de contrafortes a jusante permite aligeirar a parede da barragem.[14]

4. MANUTENÇÃO

Este capítulo tem como objetivo definir o que é a manutenção, conhecer a sua evolução, bem como dar a conhecer todo o tipo de manutenção existente desde o seu aparecimento.

Ao longo do tempo, a manutenção tornou-se numa das áreas mais importantes de uma empresa, contribuindo para a sua produtividade, segurança, qualidade dos seus produtos e para a sua própria imagem.

Serão aqui enunciadas algumas técnicas utilizadas por empresas na manutenção dos seus equipamentos e infraestruturas e será brevemente relatada a manutenção utilizada nas centrais hidroelétricas.

4.1. Definição de Manutenção

Podemos definir manutenção como o conjunto das ações destinadas a garantir o bom funcionamento dos equipamentos, através de intervenções oportunas e corretas, com o objetivo de que esses mesmos equipamentos não avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal suceder, que a sua reparação seja efetiva e a um custo global controlado.

De forma mais abrangente, poderemos dizer que manutenção de um equipamento ou bem é um conjunto de ações realizadas ao longo da vida útil desse equipamento ou bem, de forma a manter ou repor a sua operacionalidade nas melhores condições de qualidade, custo e disponibilidade, de uma forma segura.

A manutenção é a combinação das ações de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens para a otimização dos seus ciclos de vida. [1]

4.2. Evolução da Manutenção

A história da manutenção, inicia-se em meados do século XVIII até ao início do século XX. A partir do século XX, devido ao desenvolvimento tecnológico e económico, foram surgindo novos equipamentos, cada vez mais complexos, e consequentemente a manutenção teve necessidade de evoluir.

Apareceram novas técnicas de manutenção e a manutenção passou a ser vista como uma das atividades mais importantes numa empresa. Esta evolução é apresentada ao longo de três gerações:

4.2.1. A primeira geração (1930 - 1939);

Nesta fase e uma vez que a indústria não era muito automatizada e ainda não existiam grandes cadeias de produção, a manutenção era baseada em ações de limpeza e de lubrificação, sendo também fácil de reparar quando existia uma avaria.

4.2.2. Segunda geração (1940 - 1975);

Neste período de tempo, a gestão da manutenção sofreu mudanças significativas, devido à crescente automatização dos processos de produção. Na indústria, o número de máquinas aumentou e tornaram-se cada vez mais complexas. No sentido de evitar avarias, a manutenção preventiva atingiu uma grande popularidade, sendo baseada em revisões e realizada em intervalos de tempo fixos. Porém, o custo para as empresas com a manutenção começou a aumentar, iniciando-se o planeamento e controlo da manutenção. O objetivo da manutenção era possibilitar uma elevada disponibilidade das máquinas, e assim diminuir os seus tempos de paragem, ao menor custo.

4.2.3. Terceira geração (1975 - Atualidade);

Ao longo deste período foram realizadas novas pesquisas sobre os padrões de avaria dos equipamentos, surgiram novas técnicas de manutenção e novos objetivos associados à manutenção. As novas pesquisas sobre os padrões de avaria dos equipamentos, revelaram a existência de novos padrões, mostrando que a probabilidade de falha de um equipamento pode não depender da idade de operação deste. Nos últimos anos surgiram novas técnicas de manutenção, os equipamentos foram adquirindo maior fiabilidade e verificaram-se grandes mudanças nas organizações, ao nível dos trabalhos em equipa. Durante esta geração, os objetivos da manutenção, não só foram assegurar elevada qualidade dos produtos e serviços ao menor custo, através de uma elevada fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos da empresa, mas também garantir a segurança de pessoas e bens e o cumprimento de normas ambientais. Por outro lado, a manutenção passou a ser vista como um meio de prolongar o tempo de vida útil de um equipamento por forma a obter o máximo retorno do seu investimento.

Hoje em dia, uma manutenção que assegure uma disponibilidade elevada dos equipamentos e ao mesmo tempo tenha um custo reduzido é o objetivo de qualquer departamento de manutenção.

4.3. Tipos de Manutenção [18]

4.3.1. Manutenção Preventiva Sistemática

A manutenção preventiva é efetuada com a intenção de reduzir a probabilidade de falha de uma máquina ou equipamento ou a degradação de um serviço prestado. É

uma intervenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha, ou seja, tratam-se ajustes, conservação e eliminação de defeitos, visando evitar falhas. Normalmente, o período de revisão é baseado em históricos ou recomendações do fabricante. Vantagens da manutenção preventiva:

- Reduz o envelhecimento ou degeneração dos equipamentos;
- Melhora estado técnico operacional dos equipamentos;
- Atua antes das intervenções corretivas que geram altos custos;
- Reduz os riscos de quebras nos equipamentos;
- Realização dos reparos nas melhores condições para a operação;
- Programa-se os trabalhos de conservação.

Desvantagens da manutenção preventiva:

- Má definição dos trabalhos;
- Má preparação de trabalho;
- Erros no aprovisionamento ou gestão de stocks;
- Erros na contratação e subcontratação;
- Maus métodos operacionais que afetam o rendimento ou qualidade de execução;
- Alto custo envolvido na revisão

4.3.2. Manutenção Preventiva Condicionada

É realizada em função do estado dos componentes do equipamento. Ou seja, um determinado equipamento é constituído por um conjunto de peças. Este tipo de manutenção só é realizado se essas peças estiverem em mau estado. É também chamada de manutenção inteligente, já que a intervenção se faz apenas com a manifestação da necessidade. A manutenção preventiva está subordinada a um tipo de acontecimento predeterminado (autodiagnóstico), à informação de um sensor, a uma medida de um desgaste ou outro indicador que possa revelar o estado de degradação do equipamento. Vantagens • Aumento da longevidade dos equipamentos; • Controlo mais eficaz de peças de reserva e a sua limitação; • Custo menor de reparação; • Aumento da produtividade.

4.3.3. Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação. Trata-se de um processo que prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado. A manutenção preditiva pode ser comparada a uma inspeção sistemática para o acompanhamento das condições dos equipamentos. Os objetivos da manutenção preditiva são:

- Determinar, antecipadamente, a necessidade de serviços de manutenção numa peça específica de um equipamento;
- Eliminar desmontagens desnecessárias para inspeção;
- Aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;
- Reduzir o trabalho de emergência não planeado;
- Impedir o aumento dos danos;
- Aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento;
- Aumentar o grau de confiança no desempenho de um equipamento ou linha de produção;
- Determinar previamente as interrupções de fabricação para cuidar dos equipamentos que precisam de manutenção.

4.3.4. Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é aquela realizada após a ocorrência de uma falha. Visa restaurar a capacidade produtiva de um equipamento ou instalação que esteja com sua capacidade de exercer as funções reduzida ou cessada. Muitos profissionais não aprovam a manutenção corretiva. Porém, quando existem equipamentos de baixa criticidade e que os custos envolvidos num eventual reparo são inferiores aos custos de um acompanhamento por inspeções ou manutenção preventiva, pode ser adotada a manutenção corretiva como a melhor estratégia de manutenção. Podemos destacar como principais desvantagens:

- Altos custos de mão-de-obra, peças e serviços;
- Tempo de máquina e instalações inoperantes;
- Causar perda de produção;

- Causar acidentes ou danos ao meio-ambiente.

4.3.5. Total Productive Maintenance (TPM)

A filosofia de manutenção produtiva total, defende a participação ativa dos operadores dos equipamentos na sua manutenção. Estas pessoas conhecem bem os equipamentos e assim desempenham um papel importante na definição dos planos de manutenção mais adequados aos equipamentos. A manutenção produtiva total integra as técnicas de manutenção corretiva e preventiva e tem por finalidade a maximização da eficiência global dos equipamentos.

Para implementar a filosofia de manutenção TPM são necessários os seguintes pilares fundamentais:

- Estruturação da manutenção autónoma;
- Estruturação da manutenção planeada,
- Formação e treino dos operadores dos equipamentos e técnicos de manutenção;
- Controlo inicial dos equipamentos e produtos;
- Manutenção da qualidade;
- TPM nos escritórios;
- Higiene, segurança e controlo ambiental;

O pilar mais importante do TPM é a manutenção autónoma. Esta consiste numa manutenção básica aplicada aos equipamentos pelos operadores:

- Limpeza inicial;
- Medidas de combate contra a fonte de sujidade e local de difícil acesso;
- Elaboração de normas de limpeza e lubrificação;
- Inspeção geral;
- Inspeção autónoma;
- Organização e ordem;

Providencia uma estratégia de manutenção, diminuindo os custos de manutenção.

4.3.6. Reliability Centered Maintenance (RCM)

A metodologia manutenção centrada em fiabilidade, é uma metodologia com o objetivo de otimizar a relação custo/benefício da manutenção aplicada a um dado equipamento ou sistema. A metodologia RCM baseia-se em critérios de fiabilidade para determinar as técnicas de manutenção mais apropriadas a cada modo de falha de um equipamento que prioritariamente conduzam a elevados níveis de segurança de pessoas e bens, à proteção do meio ambiente, assim como a uma adequada disponibilidade do equipamento.

4.3.7. Risk Based Maintenance (RBM)

Na manutenção baseada no risco, é determinado o risco que um dado equipamento representa. Esse risco é calculado através das consequências económicas e sociais dos modos de falha do equipamento e da probabilidade desses eventos ocorrerem. Os planos de manutenção são elaborados em função do risco do equipamento, sendo dada prioridade ao tratamento dos modos de falha críticos.

Uma análise de risco deve conter as seguintes etapas:

- Identificação dos cenários de acidente envolvendo a falha do equipamento;
- Identificação dos mecanismos e modos de falha de uma potencial degradação;
- Determinar a probabilidade de cada mecanismo ou modo de falha;
- Avaliar as consequências resultantes de falha do equipamento;
- Determinação do risco da falha do equipamento;
- Categorização e escalonamento do risco;

A implementação deste tipo de manutenção requer uma análise e registo de informação, quer relacionada com fiabilidade, quer com o funcionamento do próprio equipamento. Conhecendo-se o risco associado ao equipamento e a todos os seus componentes, é possível concentrar a manutenção nos componentes com maior risco, realizando-se manutenção com menor regularidade nos componentes com menor risco. Uma vez que a manutenção é focada principalmente nos componentes críticos e somente

quando é necessária, os custos de manutenção são otimizados, garantindo-se fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos.

4.4. Custos de Manutenção

O custo decorrente de uma técnica de manutenção permite avaliar a sua eficácia, sendo um indicador importante na gestão da manutenção. Através deste tipo de análise é possível decidir qual a técnica de manutenção que mais se adequa a um equipamento. Por vezes as técnicas de manutenção corretivas podem apresentar custos inferiores às técnicas de manutenção preventivas.

A determinação dos custos associados à atividade manutenção não é uma tarefa fácil, pois alguns custos são difíceis de quantificar. Os custos da atividade de manutenção podem ser divididos em custos diretos, indiretos e de posse de stocks.

4.4.1. Custos diretos

Os custos diretos são os custos de funcionamento dos serviços de manutenção. Estes custos contabilísticos diretamente calculados numa intervenção são o custo de mão-de-obra, despesas do serviço de manutenção, custo de equipamentos de substituição em stock, consumos de matérias-primas, ferramentas, e outros bens para a manutenção.

4.4.2. Custos indiretos

Os custos indiretos podem ser contabilizados e são originados por perdas de produção ou falhas na qualidade de um serviço. Estes custos são sempre atribuídos à manutenção, seja por falta dela ou sua realização.

4.4.3. Custos de Posse

Os custos de posse de stocks contabilizam os custos dos materiais com existência em armazém, sejam materiais de consumo corrente, sejam peças ou equipamentos de reserva específicos.

4.5. Manutenção nas Centrais Hidroelétricas

A manutenção nas centrais tem assumido uma posição estratégica em busca de melhores desempenhos procurando evitar uma indisponibilidade que traria custos avultados. As operações de planeamento, antecipação á falha são uma estratégia

assumida. São previstas inspeções parciais e completas. As inspeções parciais são essencialmente visuais e é um procedimento bianual. Uma inspeção completa pressupõe uma revisão mais pormenorizada.

4.5.1. Manutenção preventiva sistemática

Cada equipamento tem a sua necessidade de manutenção bem como uma periodicidade diferente. Tudo isto é definido por planos elaborados pela empresa e profissionais competentes que os cumprem.

4.5.2. Técnicas preditivas

As técnicas preditivas têm ganho algum destaque nas centrais nomeadamente a análise de qualquer anomalia através de sensores de vibrações entre outros partindo de sistemas de monitorização instalados.

4.5.3. Manutenção corretiva ou paliativa

De acordo com cada avaria, é depois esta tratada e definida eventualmente uma manutenção corretiva.

4.5.4. Manutenção de melhoria

Sempre que seja oportuno, é também feita a manutenção de melhoria que visa melhorar qualquer equipamento em todos os sentidos. Quer seja no plano de desgaste, de segurança, económico, rentabilidade.

5. LEAN

5.1. Gestão *Lean*

A competitividade entre empresas e o preço excessivo dos produtos que os clientes não querem pagar, faz com que as empresas tomem medidas para evitar todo o tipo de desperdícios, rentabilizando ao máximo a sua cadeia de valor. [3]

5.2. Filosofia Lean [19]

A filosofia Lean foi uma das formas encontradas para identificar e eliminar alguns desses desperdícios, melhorando o processo produtivo e desta forma tornando as empresas mais competitivas.

O Lean tem várias ferramentas podendo ser aplicadas em diversas áreas. Uma dessas áreas é a manutenção, onde se pretende que os equipamentos operem sem interrupções e com uma produção de qualidade.

Lean significa emagrecer (formar pessoas para que estas tenham consciência de que tudo o que se estraga tem custos, não fazer investimentos sem análise previa) no sentido de não se fazer gastos de que não são necessários e aumentar a produtividade com o mesmo número de pessoas.

5.3. Objetivos Lean

A implementação do Lean numa empresa ajuda a reduzir custos nos serviços, na manutenção, na produção, na logística, nos serviços administrativos e nas próprias pessoas. Mais do que implementar a filosofia é preciso mantê-la e para se manter é preciso inovar.

Os objetivos do Lean são, fornecer os produtos com a mais elevada qualidade, com o menor custo e tempo possível, dar formação aos trabalhadores, para que o trabalho quando saia das suas mãos tenha a máxima qualidade e não tenha de ser refeito. Reduzir o deslocamento interno de peças e trabalhadores.

5.4. Os 5 Princípios do Lean

Os princípios para a implementação Lean (valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, puxar, perfeição) só podem ser implementados na manutenção de uma empresa, após a formação e o entendimento das bases necessárias para a manutenção do sucesso.

5.4.1. Definir valor:

Definir valor segundo a perspetiva do cliente, na função Manutenção, o que acrescenta valor ao cliente (Produção ou Cliente final), é apenas a realização da atividade de manutenção no equipamento.

5.4.1.1. Definir a cadeia de valor:

Caraterizar a atual cadeia de valor das atividades de manutenção, identificar as que não acrescentam valor, eliminá-las e criar uma cadeia de valor futura.

5.4.1.2. Optimizar o fluxo:

Otimizar as atividades da cadeia de valor futura de forma a minimizar o tempo de paragem de um equipamento por avaria.

5.4.1.3. Sistema Pull:

Entregar ao cliente apenas o que este necessita, no caso da manutenção significa que as atividades a realizar devem estar de acordo com a prioridade atribuída aos equipamentos.

5.4.1.4. Perfeição:

Melhoria contínua das ações de manutenção, tentando reduzir o esforço, tempo, espaço, custos e erros.

No entanto, os cinco princípios apresentam algumas lacunas, consideram apenas a cadeia de valor do cliente, mas numa organização não há apenas uma, mas várias cadeias de valor, ou seja, existem vários intervenientes envolvidos em um processo como por exemplo, clientes, colaboradores, investidores, fornecedores, comunidade, etc.

5.5. Os Pilares do Sistema *Lean*

O sistema Lean reúne um conjunto de ideologias e ferramentas que têm como meta o aumento da capacidade de resposta às mudanças e a minimização dos desperdícios na produção, estabelecendo-se como uma verdadeira organização de gestão inovadora.

5.5.3.2. O conceito de melhoria contínua (KAIZEN)

Tido como uma das formas mais eficazes para melhorar o desempenho e a qualidade nas organizações. Encoraja a proatividade das pessoas de forma a resolver problemas e desafios.

5.5.3.3. *Mapeamento da cadeia de valor (VSM)*

Método que permite visualizar o percurso de um produto ou serviço ao longo de toda a cadeia de valor.

5.5.3.4. *Heijunka*

Significa “programação nivelada”, é obtido pela ininterrupção de pedidos. *Heijunka* permite “nivelar” a carga das linhas misturando a ordem de fabrico dos produtos. Isso facilita a estabilidade e a standardização do trabalho.

5.5.3.5. *Kanban*

É uma ferramenta de controlo do fluxo de materiais, pessoas e informação. Garante o funcionamento do sistema pull.

5.5.3.6. *Total Productive Maintenance (TPM)*

Tem como objetivo principal a eliminação das falhas, defeitos e outras formas de perdas e desperdícios, visando a maximização global da eficiência das máquinas e dos equipamentos.

5.5.3.7. *Andon*

É uma forma de gestão à vista das ocorrências e resultados do local de trabalho, apresentando nas formas de quadros, sinalizadores sonoros ou visuais.

5.5.3.8. *Poka-Yoke*

Significa à prova de erros, consiste em um conjunto de procedimentos e/ou dispositivo cujo objetivo é detetar e corrigir erros em um processo antes que esses erros se transformem em defeitos percebidos pelos clientes.

5.5.3.9. *Seis Sigma*

Pode ser definido como um conjunto de práticas desenvolvidas para maximizar o desempenho dos processos dentro da empresa, eliminando os seus defeitos e as não conformidades de acordo com as especificações de fábrica.

5.5.3.10. *Single Minute Exchange of Die (SMED)*

É uma metodologia desenvolvida no Japão entre os anos de 1950 e 1960 e tem como principal objetivo a redução do tempo de configuração de máquinas ou de linhas de produção.

5.6. 5 "S"

A palavra 5S deriva de 5 palavras japonesas (Figura 2) que simbolizam os 5 princípios associados para a sua aplicação, sendo elas:

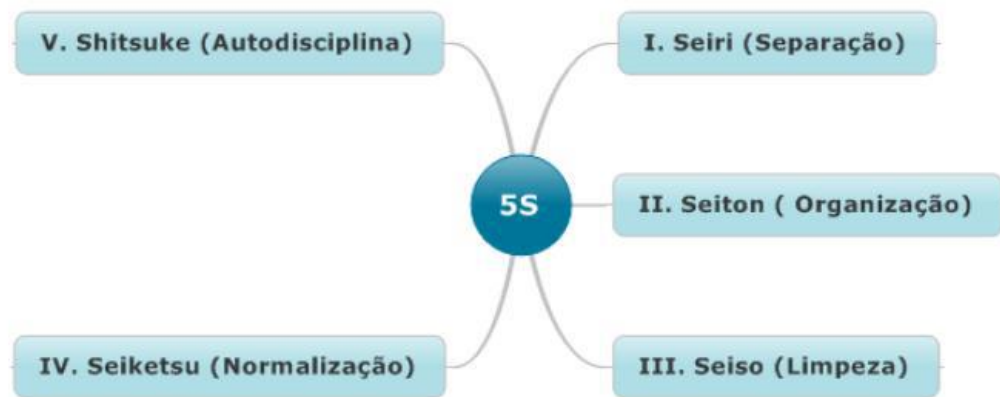


Figura 2 - 5 "S"

5.6.1.1. *Seiri-Senso de utilidade e separação*

Pretende-se melhorar a utilização do espaço de trabalho, diminuir stocks, melhorar a circulação de materiais e diminuir os tempos de procura de materiais.

5.6.1.2. *Seiton– Senso de identificação, organização e localização*

Todos os objetos devem ser classificados e etiquetados como pertencendo a essa área. Pretende-se estabelecer um acesso fácil e uniformizado aos objetos com vista a diminuir desperdícios associados a movimentos, transportes e tempos de espera na área de trabalho, facilitar ações de abastecimento e maior facilidade de controlo do trabalho em curso de fabrico e produto acabado.

5.6.1.3. *Seiso– Senso de limpeza e zelo*

Este deve ser limpo pelo operador que, deve ter noção da importância de manter limpo o seu local de trabalho.

Pretende-se estabelecer uma cultura de zelo pelo posto de trabalho por parte do operador, mantendo os equipamentos e ferramentas em boas condições e melhorar a qualidade do ambiente de trabalho e companheirismo.

5.6.1.4. *Seiketsu– Senso de padronização e normalização*

Devem ser realizadas auditorias com expectativas qualitativas e quantitativas das áreas de responsabilidade e devem envolver todos os operários com vista a fomentar a responsabilidade dos envolvidos.

5.6.1.5. *Shitsuke– Senso de Autodisciplina e compromisso*

Pretende-se focar todos os intervenientes do espaço de trabalho, desde os operários da produção até à gestão de topo, em criar responsabilidade na manutenção dos 5S.

O método 5S não tem grande custo associado nem um grau de formação elevado. Necessita ainda assim de elevado empenho e envolvimento de toda a organização.

5.7. Os 8 Desperdícios (Figura 3)



Figura 3 – Os 8 desperdícios

5.7.1.1. *Defeitos*

As consequências da produção com defeitos são similares à produção em excesso podendo até serem mais danosas quando chegarem produtos defeituosos ao cliente.

Os defeitos devem-se a:

- Falha humana
- Falta de padrões de inspeção
- Ausência de Poke-Yoke

5.7.1.2. *Inventário*

Este desperdício, numa produção Lean, é o primeiro que se deve atacar. Apesar de, em algumas empresas, ser necessária a existência de algum dos tipos de inventário.

Usualmente as causas para elevado inventário prendem-se com:

- Fraco planeamento da produção
- Franco balanceamento dos processos produtivos
- Mercado instável

5.7.1.3. *Movimento*

Deslocações desnecessárias, que não acrescentam valor ao produto, por parte dos operadores na execução das tarefas de produção.

Origem do problema:

- Falta de know-how do operador dos métodos de trabalho
- Métodos de trabalho com pouco ênfase no processo de produção
- Layout desorganizado

5.7.1.4. *Tempo de Espera*

Qualquer tipo de espera numa empresa é desperdício.

Este desperdício pode dever-se a:

- Balanceamento da linha
- Ciclo de ação das máquinas
- Avarias
- Falta de Material
- Falta de Autonomia
- Atrasos na produção
- Pouco flexibilidade do operador

5.7.1.5. Transporte

Movimentações desnecessárias de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais entre operações de produção.

Entre as principais razões encontramos:

- Layout com falta de adaptação à produção
- Utilização de zonas de armazenamento intermédio entre operações ou fases produtivas
- Layout desorganizado

5.7.1.6. Produção em Excesso

Acontece quando a quantidade produzida é superior á quantidade encomendada.

Dentro das causas para o desenvolvimento desde desperdício encontramos:

- Produção de lotes grandes.
- Erros de previsão da procura
- Fraco planeamento da produção
- Instabilidade do mercado

5.7.1.7. Sobre Processamento

Operações não necessárias ou incorretas na conceção do produto.

Razões para isso são:

- Método de fabrico mal estabelecido
- Falta de Know-How dos operadores
- Máquinas não adequadas

5.7.1.8. Aproveitamento do Potencial Humano

Este desperdício diz respeito á fraca utilização dos recursos humanos á disposição numa empresa.

Os principais motivos para este desperdício acontecem pelos seguintes motivos:

- Má gestão dos recursos humanos
- Conhecimentos insuficientes das competências dos trabalhadores

5.8. Os 5 Porquês do Lean

Os “5 Porquês” são uma técnica para encontrar a causa raiz de um defeito ou problema. Com esta ferramenta poderá melhorar a qualidade do produto ou serviço e poderá resolver problemas, pois esta metodologia leva rapidamente à causa do problema.

O primeiro passo é identificar o problema. A partir desta definição, repete-se a pergunta ‘porquê?’ Cada pergunta compõe a base da próxima pergunta.

Em geral, são feitas 5 perguntas de forma consecutiva, porque este é o número de repetições normalmente necessário para resolver o problema. No entanto, algumas vezes poderemos encontrar a causa raiz a partir do terceiro 'porquê' ou, ainda, precisar de mais do que cinco.

6. MANUTENÇÃO NA EDP PRODUÇÃO HÍDRICA [3]

6.1. Missão e Objetivos da Manutenção na EDP Produção

Tal como todas as empresas que necessitam de manutenção de equipamentos e/ou estruturas, a EDP Produção, nomeadamente Produção Hídrica tem uma forte necessidade desta.

A missão e os objetivos da manutenção nos centros de produção hídricos é reduzir ao mínimo a indisponibilidade dos grupos geradores. Para tal há uma forte implementação da Manutenção Preventiva, condicionada e sistemática, assim como Manutenção Melhorativa em que sempre que possível são implementadas melhorias para aumentar a fiabilidade dos equipamentos e reduzir tempos de intervenção no decorrer da Manutenção Corretiva, manutenção essa, cujo objetivo é ser “zero” nos casos fortuitos.

Para além da manutenção corrente dos equipamentos, a equipa de engenharia de manutenção do Centro de Produção Tejo-Mondego trata também de elaborar, no cumprimento das políticas, objetivos e orientações da empresa, a proposta do PLANO

de NEGÓCIOS (PN), o PLANO PLURIANUAL de INVESTIMENTO (PPI) e o PLANO de ATIVIDADES e ORÇAMENTO (PAO), da direção.

6.1.1. PLANO DE NEGÓCIOS (PN)

É um processo dinâmico, sistêmico, participativo e contínuo para a determinação dos objetivos, estratégias e ações da organização; assume-se como um instrumento relevante para lidar com as mudanças do meio ambiente interno e externo e para contribuir para o sucesso das organizações. É uma ferramenta que concilia a estratégia com a realidade empresarial. O plano de negócio é um documento vivo, no sentido de que deve ser constantemente atualizado para que seja útil na consecução dos objetivos dos empreendedores e de seus sócios.

6.1.2. PLANO PLURIANUAL DE INVESTIMENTOS (PPI)

De horizonte móvel de quatro anos, inclui todos os projetos e ações a realizar no âmbito dos objetivos estabelecidos pela direção que impliquem despesas orçamentais a realizar por investimentos.

6.1.3. PLANO DE ATIVIDADES E ORÇAMENTO (PAO)

É um instrumento essencial de gestão de qualquer entidade, tendo como objetivos definir uma estratégia de gestão, fixando orientações gerais de médio e curto prazo e os objetivos que se pretendem atingir, bem como identificar eventuais constrangimentos na concretização dos mesmos. Identificar as medidas ou programas de execução, estabelecendo prioridades, através da calendarização. Afetar e mobilizar recursos humanos e financeiros para o efeito.

A missão passa também por explorar e gerir os aproveitamentos hidroelétricos de acordo com os critérios de operacionalidade, disponibilidade e segurança, no estreito respeito pelo meio ambiente e segurança industrial e ocupacional.

Resumindo, a manutenção nesta empresa visa assegurar a exploração otimizada das centrais hidroelétricas nas melhores condições técnico-económicas de operacionalidade (fiabilidade, disponibilidade) e de segurança, maximizando a oferta de energia elétrica ao mais baixo custo.

6.1.4. Missão:

Coordenar a operacionalidade de sistemas e equipamentos na sua área de especialidade, participar na definição de políticas de manutenção e assegurar a sua implementação através de planos e procedimentos de manutenção e de segurança, de base tecnológica especializada, potenciando o normal funcionamento das instalações e dos equipamentos bem como a manutenção dos níveis de segurança e ambientais estabelecidos.

6.1.5. Objetivos:

Garantir a operacionalidade de sistemas e equipamentos mecânicos de todos os ativos do Centro de Produção, assegurando a otimização da sua exploração;

Definir necessidades, analisar tecnicamente e elaborar proposta de adjudicação de obras de investimento e de serviços de manutenção corrente a seu cargo em alinhamento com a EDP Valor (Empresa de negociação e *Procurement* do Grupo EDP);

Gestão dos contratos de empreitadas, fornecimentos e de prestações de serviços, controlando a qualidade do serviço prestado e o seguimento das políticas de segurança e saúde no trabalho, ambiente e qualidade;

Colaborar na realização dos ensaios/testes, a fim de assegurar a otimização do planeamento das intervenções de manutenção, dos sistemas e equipamentos a seu cargo;

Coordenar no seu âmbito de atuação o cumprimento das políticas de segurança e saúde no trabalho, ambiente e qualidade.

6.2. A Engenharia Mecânica na EDP Produção Hídrica

A manutenção das barragens é muito rigorosa para todo o tipo de equipamentos, estruturas metálicas e de betão necessitam de supervisão. Para que tal seja possível a EDP conta com os seus Técnicos especializados e o seu departamento de Engenharia de todos os ramos, Mecânica, Eletrotécnica, Civil, Segurança e Ambiente.

É de grande importância que o Engenheiro Mecânico domine vários aspetos para garantir o bom funcionamento da manutenção:

- Tem de ser um bom gestor de pessoas, para poder garantir bom ambiente de trabalho, incentivar a ou as suas equipas, pois por vezes os Técnicos são os primeiros a detetar os problemas e por vezes conhecem a realidade dos equipamentos melhor e é necessário que haja boa comunicação;

- Tem de ter bons conhecimentos de metrologia, de maneira a poder garantir a análise de desgastes, no caso de ser necessário fabricar peças novas é preciso ter atenção às folgas e outros aspetos para garantir o bom funcionamento

- Conhecimentos de tecnologia de materiais, é necessário ter conhecimento sobre os tipos de materiais com que está a trabalhar para saber a manutenção que estes necessitam e para no caso de desgastes prematuros saber qual o material indicado para que não aconteça, sem que a introdução de novos materiais afete negativamente o bom funcionamento

- Conhecimentos de maquinação, para a fabricação de peças é bom saber como estas são feitas, tal como saber se certas peças podem ser retificadas e/ou reparadas

- Conhecimentos de soldadura, são muitas vezes necessárias intervenções de soldadura e é necessário ter bons conhecimentos de soldadura para garantir que a mesma é feita nas devidas condições

- Óleo-hidráulica e pneumática, nas centrais há vários equipamentos dotados de sistemas hidráulicos e pneumáticos, é sempre necessário saber analisar bem os esquemas para detetar problemas e saber como fazer alterações, assim como implementar novos sistemas

- Noções de resistência de materiais e órgãos de máquinas, é necessário que o engenheiro mecânico saiba a resistência dos vários tipos de materiais existentes e de como estes interagem em termos de esforços

- Noções de mecânica de fluídos, é igualmente importante este aspeto, há vários aspetos nas barragens que contam com isto, como são por exemplo os problemas de cavitação existente nas turbinas e saber como os eliminar, dimensionamento de permutadores de calor, etc.

6.3. Gestão da Manutenção

A manutenção na EDP Produção, está organizada numa estrutura complexa devido às dimensões e distanciamento geográfico das centrais.

Na Produção Hídrica a estrutura baseia-se em ter as centrais divididas por centros de produção, como sejam, Cávado-Lima, Douro e Tejo-Mondego.

Cada um dos centros de produção indicados tem uma sede onde está centralizado o pessoal da gestão da manutenção, nomeadamente a engenharia e o apoio administrativo à manutenção corrente.

Para além destes centros a engenharia da manutenção das centrais conta também com o apoio da Engenharia de Projeto sediada no Porto para grandes intervenções, novos projetos, estudos aprofundados, etc..

O Grupo EDP utiliza já desde 2005 o *Software* de Gestão Empresarial SAP e como ferramenta de apoio à manutenção o SAP PM.

O SAP PM é um sistema integrado de gestão específico para apoiar o planeamento e a execução de tarefas relacionadas com a Manutenção. Permite o agendamento das intervenções a realizar, manutenções preventivas ou corretivas, o controlo de avarias ocorridas, todo o registo do processo de reacondicionamento de equipamentos e gestão de frotas.

O SAP PM contempla tudo o que vai estar envolvido na execução e confirmação das tarefas – centro responsável, ferramentas e materiais necessários -, bem como dá acesso a um histórico de manutenção, possibilitando um maior controlo dos custos associados e dos problemas surgidos nos objetos técnicos.

Esta ferramenta é muito útil para qualquer empresa que queira ser competitiva a nível de mercado, pois com esta pode-se gerir todos os custos de manutenção, desde compras, mão-de-obra interna e externa, gestão de armazéns, etc.. Com esta ferramenta também é possível reduzir os tempos de intervenção nos equipamentos, pois apesar das centrais terem equipamentos diferentes, a base da sua manutenção tem algumas semelhanças, e com este meio os Técnicos do ativo que intervêm nas reparações podem transmitir o seu “*Know-How*” através de relatórios bem elaborados que poderão ser

utilizados para resolver o mesmo problema na mesma máquina ou em outra com problema idêntico, sem que o Técnico tenha o problema de não se lembrar como resolveu antes, ou até outra pessoa pode analisar o relatório e resolver a avaria.

Resumindo, com a ferramenta SAP PM, em cada ordem de trabalho ficam registados todos os componentes necessários, tempos de intervenção e o retorno de informação da resolução, sendo uma grande ajuda para futuras intervenções do mesmo âmbito.

6.4. Manutenção das Centrais Hidroelétricas

A manutenção nas centrais é definida para cada uma delas tendo em conta os equipamentos instalados. Cada equipamento tem uma necessidade de manutenção diferente (Figura 4).

A manutenção nas centrais tem como ponto de convergência a manutenção preventiva sistemática de periodicidades fixas de calendário e variável por horas de funcionamento.

A Preventiva sistemática divide-se em várias periodicidades:

- Rondas semanais e quinzenais
- Sistemáticas Mensais, Bimestrais, Trimestrais, Semestrais
- Sistemáticas Anuais
- Sistemáticas de maior periodicidade e mais aprofundadas (3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 anos)
- Sistemática variável por horas de funcionamento (definida a periodicidade para cada equipamento)

A Manutenção Corretiva nas centrais tem de ser analisada, se houver uma avaria, ou falha do equipamento tem de ser analisado o tempo de indisponibilidade para a reparação da mesma. Se não puser em causa a integridade dos equipamentos ou pessoas e o seu tempo de reparação for algo demorado, a melhor opção é a Paliativa, de forma a conseguir ter o equipamento disponível até uma paragem programada do mesmo. Caso

o problema ponha em causa a segurança do equipamento, das pessoas, ou do ambiente a intervenção curativa é aplicada de imediato, reduzindo imediatamente o risco.

É utilizada também a manutenção melhorativa, que se pode definir por melhoria contínua, em que sempre que é detetada uma maneira de melhorar os equipamentos, facilitar intervenções, reduzir desgaste de materiais e de pessoas, ou aumentar segurança e prevenir impactes ambientais esta é também implementada.

Quanto à manutenção condicionada, ou preditiva, quase todos os equipamentos neste tipo de centrais está dotado de sistemas de vigilância permanente, como sensores de vibração, sensores de velocidade, medições de pressão, medições de caudal, etc.. Sempre que é despoletado um alarme por valores anormais, se durante as rondas/sistemáticas é detetado desgaste dos materiais ou qualquer coisa fora do normal é controlado o avanço destes problemas e definida uma condição limite de valores para se efetuar a intervenção.

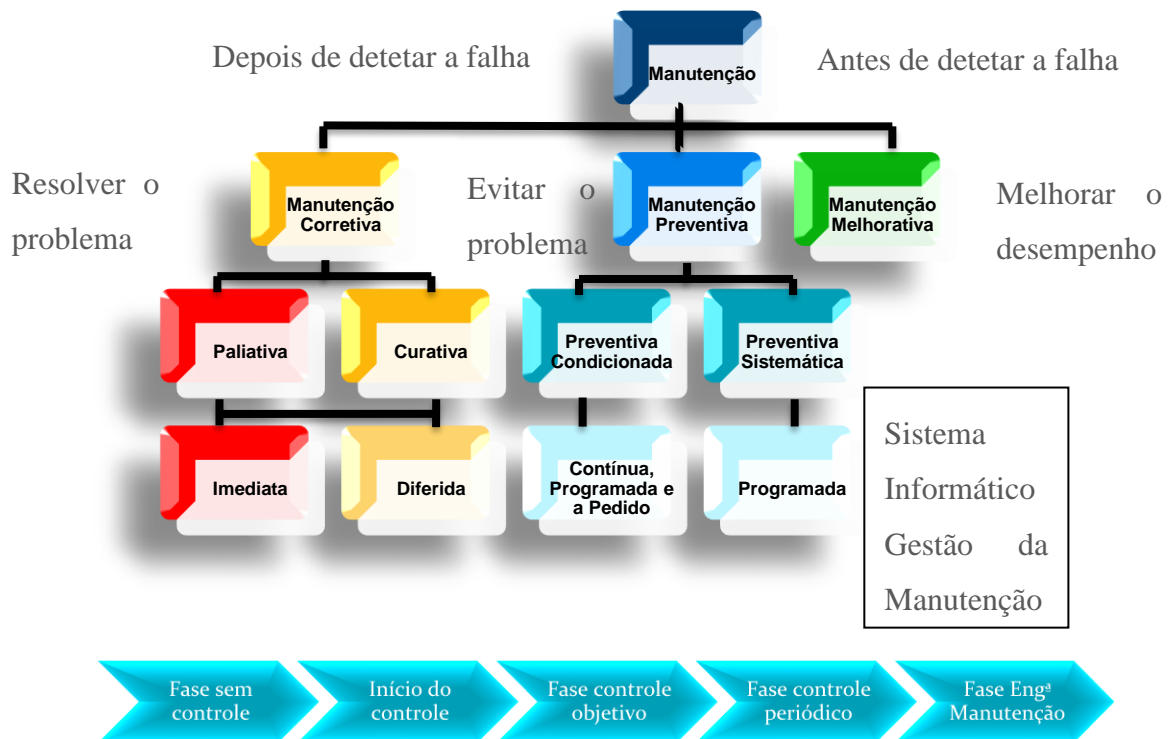


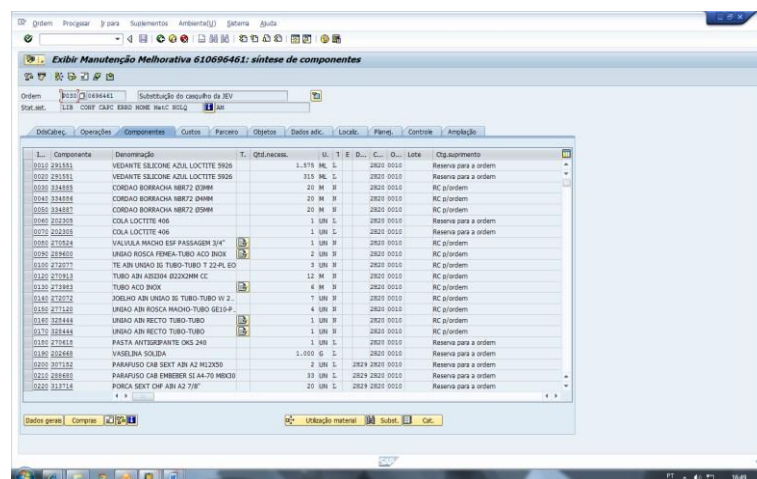
Figura 4 - Fluxograma da Manutenção nas centrais hídricas

7. PLANEAMENTO

No seguimento do Plano de Manutenções Programadas anual, participei no planeamento dos trabalhos a efetuar. Para tal foi utilizada a ferramenta de gestão de manutenção SAP PM.

Nesta ferramenta é possível efetuar os pedidos de compra dos materiais necessários para as intervenções, assim como efetuar pedidos de peças de reserva aos armazéns da empresa (Figura 5).

Estes pedidos são efetuados nas ordens de trabalho emitidas, onde também são descritas as tarefas a executar, tal como a estas são agregadas notas de avaria que descrevem os problemas detetados nos equipamentos.



The screenshot shows the SAP PM 'Exibir Manutenção Melhorativa' (Display Maintenance Improvement) screen. The title bar indicates the system is SAP PM. The main window displays a table of components and their quantities. The table has columns for 'L.' (Line), 'Componente' (Component), 'Denominação' (Description), 'T.' (Type), 'Qtd.necess.' (Required Qty), 'U.' (Unit), 'T.E.D.' (Technical Specification), 'C.' (Category), 'O.' (Order), 'Lote' (Lot), and 'Otg.asprimento' (Assignment). The table lists various components such as 'VEDANTE SILICONE AZUL LOCTITE 3926', 'CORDAO BORRACHA 18x72 25MM', 'VALVULA MACHO ESF PASSAGEN 3/4"', and 'TURBO ARI UNDO 35 TURBO T 22-PL-EO'. The bottom of the screen shows buttons for 'Dados gerais', 'Comprar', 'Unidade material', 'Subst.', and 'Cat.'.

L.	Componente	Denominação	T.	Qtd.necess.	U.	T.E.D.	C.	O.	Lote	Otg.asprimento
0001	VEDANTE SILICONE AZUL LOCTITE 3926	1.175 ML L	2820 0010							Reserva para a ordem
0002	VEDANTE SILICONE AZUL LOCTITE 3926	315 ML L	2820 0010							Reserva para a ordem
0003	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0004	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0005	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0006	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0007	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0008	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0009	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0010	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0011	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0012	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0013	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0014	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0015	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0016	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0017	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0018	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0019	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0020	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0021	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0022	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0023	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0024	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0025	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0026	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0027	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0028	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0029	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0030	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0031	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0032	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0033	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0034	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0035	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0036	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0037	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0038	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0039	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0040	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0041	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0042	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0043	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0044	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0045	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0046	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0047	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0048	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0049	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0050	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0051	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0052	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0053	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0054	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0055	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0056	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0057	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0058	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0059	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0060	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0061	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0062	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0063	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0064	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0065	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0066	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0067	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0068	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0069	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0070	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0071	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0072	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0073	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0074	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0075	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0076	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0077	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0078	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0079	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0080	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0081	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0082	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0083	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0084	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0085	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0086	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0087	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0088	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0089	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0090	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0091	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0092	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0093	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0094	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0095	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0096	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0097	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0098	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0099	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem
0100	CORDAO BORRACHA 18x72 25MM	20 M H	2820 0010							Reserva para a ordem

Figura 5 - Requisição de materiais na ordem em SAP PM

O planeamento de trabalhos efetuado para além de fazer conta com os materiais necessários prevê também a necessidade de mão-de-obra necessária às operações a executar.

No fim dos trabalhos é necessário fazer o retorno de informação também no sistema SAP, assim como carregar as horas de trabalho de cada elemento, de maneira a que fique no histórico do sistema, facilitando assim futuras intervenções da mesma natureza, permitindo que se possa consultar sabendo facilmente os materiais necessários, assim como o tempo de intervenção.

8. REPARAÇÃO DE FUGA DE ÓLEO NO GRUPO 3 DA CENTRAL DE BELVER

No decorrer do funcionamento do grupo gerador 3, do A.H. de Belver detetou-se uma fuga de óleo anormal no sistema de regulação, pelo que foi necessário efetuar uma análise cuidada por forma a detetar a origem da fuga, assim como a sua causa raiz.

Foram analisados os desenhos do sistema de regulação da turbina para se detetarem todas as possibilidades de fuga, de onde se pôde concluir que a fuga seria proveniente da roda da turbina. Visto esta ser do tipo “Kaplan” existia uma grande possibilidade de a fuga ser através dos vedantes das pás, então, decidiu-se solicitar o apoio de uma empresa especializada em vedantes técnicos, *PXL Seals*, agendando uma data para a inspeção e substituição dos vedantes por uns mais adequados que os existentes.

Os vedantes utilizados atualmente são do tipo junta tórica de Nitrilo Butadieno Rubber (NBR) shore 65 de Ø21mm. Para este tipo de aplicação, vedação dinâmica, não será a melhor solução, levando a um desgaste rápido do vedante.

Foi então efetuado um estudo em conjunto (anexo 1), analisando o tipo de alojamento em questão de forma a se encontrar a melhor solução, criando um vedante dedicado à aplicação em causa (Figura 6), visto existirem quatro grupos geradores idênticos, cada um com quatro pás. No entanto, tendo em consideração a necessidade de efetuar um molde para o fabrico dos mesmos, e que os seus custos serão relativamente elevados decidiu-se avançar com uma inspeção dimensional prévia para se confirmarem as medidas do alojamento, e como solução imediata colocar novamente uma junta tórica provisoriamente alterando as suas características ao nível de material garantindo uma vedação mais eficaz até uma próxima intervenção para aplicação do vedante indicado.

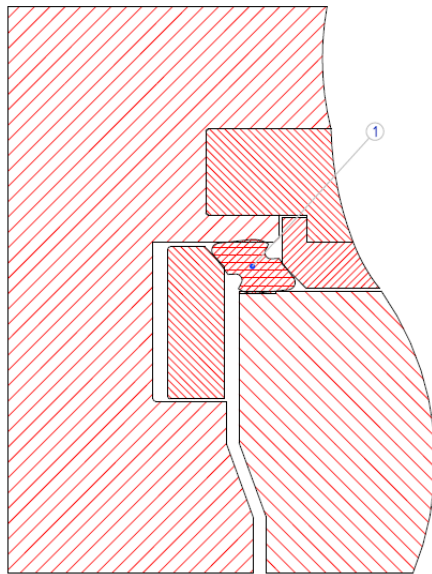


Figura 6 - Simulação de novo vedante (Anexo 1)

Chegando a data programada para a intervenção, efetuou-se a consignação do grupo gerador e criaram-se condições para os técnicos da empresa *PXL Seals* poderem intervir em segurança. Foi necessário colocar os elementos de ensecadeira na restituição para se poder drenar o circuito hidráulico e efetuou-se a montagem de um andaime de acesso à roda da turbina. Após criadas condições de trabalho inspecionou-se a roda e detetou-se que a fuga era originada por deficiência nos vedantes das pás.



Figura 7 - Desmontagem dos segmentos de acesso aos vedantes

Retiraram-se os segmentos de acesso aos vedantes (Figura 7) e criaram-se assim condições para o fornecedor poder efetuar a sua inspeção dimensional e retirar um molde do alojamento (Figura 8).



Figura 8 - Molde do alojamento dos vedantes

Finalmente foram substituídos os vedantes pela solução provisória e voltaram-se a montar os respetivos segmentos para fixar os mesmos. Os vedantes antigos foram inspecionados para se verificar as causas do desgaste (Figura 9).



Figura 9 - Vedantes antigos

Aproveitando a paragem do grupo gerador efetuou-se a desmontagem da chumaceira guia da turbina e junta de estanqueidade do veio (Figura 10) para se verificar o seu estado de conservação e despistar possíveis fugas de óleo que daí também pudessem advir.



Figura 10 - Zona de trabalho

Aqui foram detetados problemas de vedação de óleo igualmente derivados da junta tórica da vedação inferior do casquilho de desgaste da junta de estanqueidade do veio da turbina. Para além desta falha da vedação, o casquilho também se encontra com a sua superfície de interface da vedação dinâmica radial com desgaste acentuado, assim como os respetivos anéis em material polimérico se encontravam deformados e a necessitar de substituição (Figura 11).

Ao analisar os componentes detetou-se que a causa raiz dos defeitos encontrados foi derivada a uma montagem descuidada do acessório de entrada de água para arrefecimento e lubrificação da vedação no decorrer da Beneficiação do Grupo Gerador no ano de 2006. O acessório por ser mais comprido do que deveria forçou os anéis de polímero contra o casquilho de desgaste, tal como obstruiu o orifício de passagem de água fazendo com que a irrigação fosse insuficiente. Este problema foi resolvido de imediato com a retificação do referido acessório.



Figura 11 - Junta de vedação do veio

No entanto não existindo material de reserva para substituição imediata, tomou-se a decisão de montar novamente este conjunto de peças conforme se apresentavam, procedendo-se à sua substituição numa próxima paragem programada para o efeito após se efetuar o aprovisionamento das mesmas. Neste conjunto de vedação encontrou-se outra peça degradada (Figura 12), anel bipartido superior (desenho 891027411), visto a sua recuperação não ser viável fabricou-se uma nova e efetuou-se a sua montagem.



Figura 12 - Anel bipartido superior

Após todos os componentes estarem devidamente montados colocou-se o sistema de óleo de regulação em funcionamento para se verificar se a fuga tinha sido suprimida, o que se constatou.

Voltaram-se a retirar os elementos de ensecadeira e a criar as condições para colocar o grupo gerador em serviço, tendo este ficado a funcionar corretamente, apenas com fuga de água elevada pela junta de estanqueidade do veio pelos motivos atrás enunciados. Assim sendo será necessário aprovisionar as peças de substituição deste equipamento, como também os vedantes definitivos para as pás da roda da turbina, agendando uma nova paragem para retificação dos problemas.

Para além da substituição de componentes atrás mencionada, verificou-se que o cone de aspiração do circuito hidráulico do grupo se encontra com o tratamento anticorrosivo em estado de crescente degradação, sendo pertinente contemplar a sua reparação.

9. ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS LEAN

O LEAN tem como principal objetivo a implementação de medidas de melhoria contínua. Quando se encontra uma situação que poderia ser melhorada, é criada uma equipa para desenvolver medidas, analisá-las e implementá-las.

Foi feito um “Brainstorming”, de maneira a encontrar a causa raiz dos problemas e conhecer todas as soluções possíveis, que depois são analisadas e selecionadas através de alguns critérios, prós e contras, passando assim para a implementação.

Durante o estágio, integrando as equipas LEAN, foi possível resolver algumas situações recorrentes relacionadas com problemas de formação de névoa de óleo proveniente da chumaceira combinada do grupo 1 de Bouçã (Figura 13), Ineficiência do sistema de filtragem de água para a junta de estanqueidade do veio da turbina do grupo 1 de Cabril (Figura 14) e Melhoria no sistema de consignação dos acumuladores ar/óleo dos sistemas óleo regulação de Fratel (Figura 15). Para além de pertencer às equipas LEAN, fui nomeado responsável pela análise e apresentação de soluções em conjunto com os restantes membros, assim como foi pedido para ser este a fazer uma folha denominada “A3” com o processo de cada situação referindo o problema, as suas implicações, as soluções, vantagens, benefícios e outros aspetos.

9.1. Bouçã-Melhorar o sistema de recolha de vapores de óleo das chumaceiras do grupo 1



Figura 13 - A.H. Bouçã - Aplicação de Filtros de Névoa de Óleo nas Chumaceiras Grupo 1



Figura 14 - Cabril - Melhorar o Sistema de Limpeza do 2º Escalão da Refrigeração do Grupo 1



Figura 15 - Melhoria no Sistema de Consignação dos Acumuladores Ar/Óleo dos Sistemas Óleo Regulação do A.H. Fratel

Os referidos documentos “A3” elaborados encontram-se neste relatório no Anexo 2.

10. GESTÃO DE PROCESSOS

Gestão de Processos é uma metodologia de gestão contemporânea que oferece uma nova abordagem na coordenação de pessoas e sistemas, visando incrementar o desempenho. Envolve a compreensão da cadeia de valor do negócio e, para todos os processos essenciais, sua identificação, mapeamento, detalhamento de regras, monitoramento por indicadores e otimização em um ciclo contínuo.

Foi colocado o desafio de gerir elaborar processos e gerir as obras relativas aos mesmos no seguimento das novas habilitações por este adquiridas.

Assim sendo foi solicitada a elaboração do respetivo “Caderno de Encargos” para cada obra a executar.

O “Caderno de Encargos” é um documento contratual que descreve o que é esperado do concorrente pelo contratante.

Trata-se de um documento que descreve da maneira mais precisa possível, com um vocabulário simples, as necessidades às quais o concorrente deve responder. Na medida em que só o concorrente é realmente competente para propôr uma solução técnica adequada, o caderno de encargos deve de preferência mostrar a necessidade de maneira funcional, independentemente de qualquer solução técnica, exceto determinar o ambiente técnico no qual a solução pedida deve inserir-se. Trata-se assim de um documento que permite, por um lado, garantir ao contratante que a entrega será conforme ao que está escrito, por outro lado, evitar que o mesmo altere o seu desejo progressivamente ao longo do projeto e peça ao concorrente novas funcionalidades não previstas inicialmente.

Um caderno de encargos deve igualmente conter todos os elementos que permitam ao concorrente avaliar a dimensão do projeto e a sua complexidade para estar em condições de propor uma oferta o mais adaptada possível em termos de custo, de prazo, de recursos humanos e assegurar a qualidade.

Trata-se assim de um documento de referência, que permite eliminar toda a ambiguidade sobre o que é esperado, bem como um instrumento de diálogo que permite ao contratante interrogar o concorrente a fim de detalhar a sua compreensão do pedido.

Um caderno de encargos não é no entanto necessariamente estático. O seu conteúdo pode perfeitamente ser alterado durante o projeto, ainda que idealmente deveria ser definido desde o começo, com base numa alteração aceite pelas duas partes.

Para a elaboração do referido caderno de encargos devem ser redigidos os seguintes documentos:

- Programa de Concurso
- Condições Gerais
- Condições Especiais
- Condições Técnicas
- Mapa de Preços

Para além dos documentos atrás referidos o caderno de encargos é também constituído por documentos com a informação das políticas de segurança e ambientais da empresa, assim como vários outros anexos, como desenhos, fotografias e minutas de documentações contratuais.

10.1. Programa de Concurso

Este documento visa descrever o âmbito do caderno de encargos, assim como o decorrer de todo o processo até à sua adjudicação.

10.2. Condições Gerais

As Condições Gerais aplicam-se a aquisições de bens e serviços efetuadas por qualquer empresa (Empresa Cliente) a qualquer entidade (Fornecedor) e regulam os direitos e obrigações das partes, prevalecendo sobre quaisquer usos, práticas comerciais ou disposições legais não imperativas.

10.3. Condições Especiais

As Condições Especiais têm como principal função complementar os dois documentos referidos anteriormente, podendo mesmo suprimir qualquer referência nestes feita.

10.4. Condições Técnicas

A composição deste documento sobrepõe o referido em todos os outros e tem por objetivo definir a composição da intervenção, funções, capacidades e padrões de qualidade, e estipular as obrigações que, para além das referidas nas outras peças do Caderno de Encargos, impendem sobre os proponentes, ou sobre o Adjudicatário dessa instalação.

10.5. Mapa de Preços

O documento em questão tem como conteúdo uma definição dos trabalhos a executar, bens ou serviços a fornecer. A descrição deverá ser feita por forma a ser possível comparar várias propostas dos concorrentes de uma forma nivelada.

Após redigidos todos os documentos e preparados todos os documentos anexos é necessário efetuar uma seleção de empresas no mercado capazes de responder ao fornecimento em questão. De seguida deve ser preenchida uma “Ficha de Gestão de Autorizações” descrevendo o processo em questão e justificando a sua necessidade, tal como as empresas a consultar. Deverão ser anexados todos os documentos que compõem o caderno de encargos, assim como referido o valor estimado, se há valor em orçamento do exercício e a data prevista para a adjudicação. Este documento irá percorrer toda a cadeia hierárquica conforme for sendo aprovado, sendo que o topo da cadeia poderá ser mais alto ou mais baixo consoante alguns parâmetros, tais como valor, tipo de aquisição ou se está em orçamento ou não.

Após aprovação do documento este é lançado para as empresas definidas anteriormente e estipulada uma data para entrega de propostas, assim como data para visita às instalações, caso se verifique essa necessidade.

Aquando da receção das propostas, é feita uma análise cuidada de todos os documentos recebidos tendo atenção a todos os pormenores de qualquer um para confirmar se correspondem ao solicitado, seja a nível técnico, seja a nível documental. Caso surjam dúvidas, divergências ou qualquer outro problema, estes deverão ser alvo de esclarecimento.

As propostas que não correspondam ao solicitado e depois dos esclarecimentos se mantenham desviadas do âmbito do caderno de encargos, não serão consideradas.

Segue-se a análise económica das propostas, onde entra o “mapa de preços”, que é uma ferramenta fundamental para esta fase, visto que desta forma se consegue controlar os valores de cada fornecimento em questão. Aqui com a análise dos preços poderão surgir dúvidas caso hajam discrepâncias elevadas entre os vários concorrentes, levando a novos esclarecimentos. É também esta ferramenta que permite efetuar a posterior negociação de propostas.

Feitas as análises técnicas e económicas deverá ser efetuada uma negociação económica com os fornecedores, de forma a conseguir obter o melhor preço para as mesmas condições.

É feita uma reavaliação das propostas negociadas e elaborado um relatório denominado por “Relatório de Análise de Propostas”, devendo este documento fazer referência à obra em questão, com o respetivo descritivo, as empresas consultadas, toda a comunicação efetuada entre partes, abertura de propostas, avaliação técnica, esclarecimentos às propostas, avaliação económica, negociação de propostas e conclusão.

Este documento é submetido para aprovação superior, e caso seja aceite deverá ser novamente preenchida a “Ficha de Gestão de Autorizações”, anexando o relatório e efetuando a proposta de adjudicação ao fornecedor com a proposta considerada mais vantajosa pelo preço firme comunicado na mesma.

Após aprovação da cadeia hierárquica é efetuado um documento vinculativo assinado por ambas as partes denominado de “Carta de Aceitação de Encomenda”, que ao ser devolvido pelo adjudicatário deverá vir acompanhado da caução definida no caderno de encargos.

Posteriormente será efetuada a “Reunião de Início de Obra” onde é lavrada uma ata com o conteúdo da mesma, são revistos todos os pontos das “Condições Técnicas”, são referidas as condições de segurança e todos os aspetos que possam comprometer o cumprimento do caderno de encargos. Nesta ata é também liberada a primeira tranche de pagamento conforme definido nas condições de pagamento.

Após ter efetuado todos os passos acima descritos, acompanha o desenvolvimento das obras, por forma a garantir o cumprimento do contrato, mantendo-se em contato com o fornecedor, fazendo visitas de acompanhamento e efetuando reuniões periódicas para discutir todos os aspetos da obra, lavrando atas em todas estas e liberando tranches de pagamento conforme definido pelas condições de pagamento consoante a evolução da obra.

Chegando ao fim do fornecimento cabe verificar se o caderno de encargos foi cumprido, e caso se verifiquem condições será lavrado o “Auto de Receção Provisória”, onde é liberada a última tranche do pagamento e se inicia o período de garantia, terminando dois anos após este e onde será mais tarde lavrado o “Auto de Receção Definitiva”, ponto em que o contrato se dará como extinguido.

O anexo 3 contém exemplos de obras elaboradas e geridas no decorrer do estágio, sendo que por políticas de privacidade e confidencialidade, nem todos os documentos poderão ser comunicados.

Nestes moldes foi efetuada a gestão dos processos abaixo ilustrados nas figuras 16 a 19:



Figura 16 - Beneficiação dos Sistemas de Acionamento das Comportas dos Descarregadores de Cheias das Centrais de Aguieira e Belver

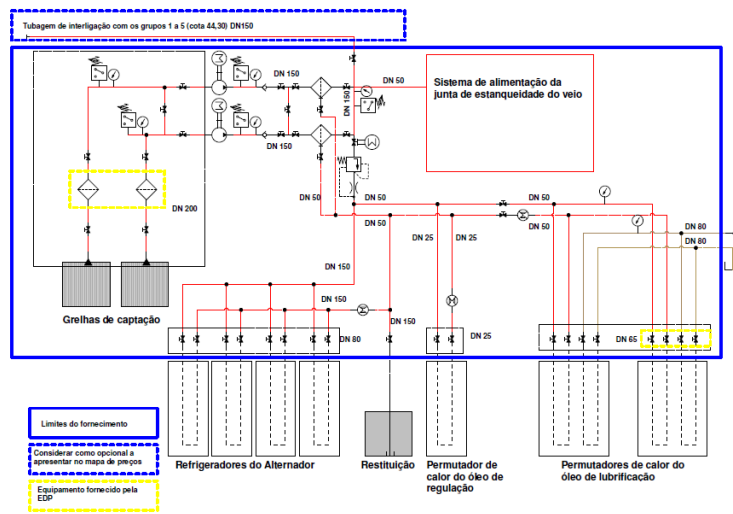


Figura 17 - Renovação do Sistema de Água de Refrigeração do Grupo 6 de Belver



Figura 18 - Recuperação e Fabrico de Hastes para os Sistemas de Acionamento das Válvulas Cilíndricas dos Grupos Geradores de Aguieira



Figura 19 - Beneficiação da Comporta nº1 da Tomada de Água dos Grupos 1 a 3 de Fratel

11. INTERVENÇÃO NAS CHUMACEIRAS INFERIORES DAS PÁS DIRETRIZES DE ALQUEVA I

Face à ocorrência de detioração do vedante das pás diretrizes dos distribuidores dos grupos de Alqueva I (Figura 20), e por solicitação foi necessário comentar as soluções paliativas preconizadas pelos responsáveis de obra.

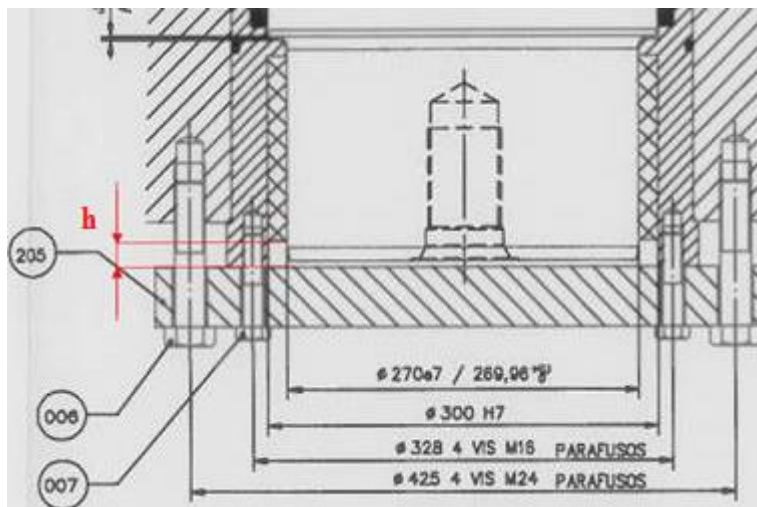


Figura 20 - Desenho de conjunto da chumaceira das pás diretrizes

Após análise das soluções propostas, faria alterações ao previsto (Figura 21) e foi efetuado um desenho de reformulação, mantendo a base de funcionamento considerada, apenas alterar para uma solução integrada de tampa e barra de travamento, em detrimento da tampa e da barra de travamento independentes que haviam sido propostas, tendo esta solução sido considerada muito interessante e aceite (soluções A e B) (Figura 22), sendo que a tampa é a mesma, apenas muda o tipo de vedação.

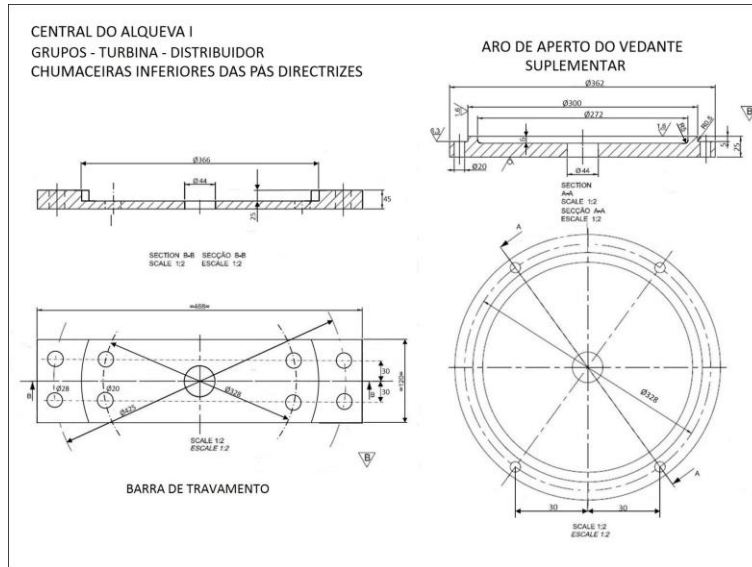


Figura 21 - Solução inicial

Para além dos comentários à solução prevista pelo responsável da obra efetuou-se uma análise cuidada do problema analisando todas as variáveis, ou seja, existia fuga de água e os casquilhos de desgaste das chumaceiras desceram. Analisando os desenhos de conjunto do distribuidor dos grupos desenvolveu-se uma solução própria (referenciada abaixo como solução C) (Figura 23), em que para além de ter dimensionado a tampa para alojar as vedações, uma estática e uma dinâmica, foi criada uma forma de manter o casquilho da chumaceira na sua posição original, evitando a descida do mesmo.

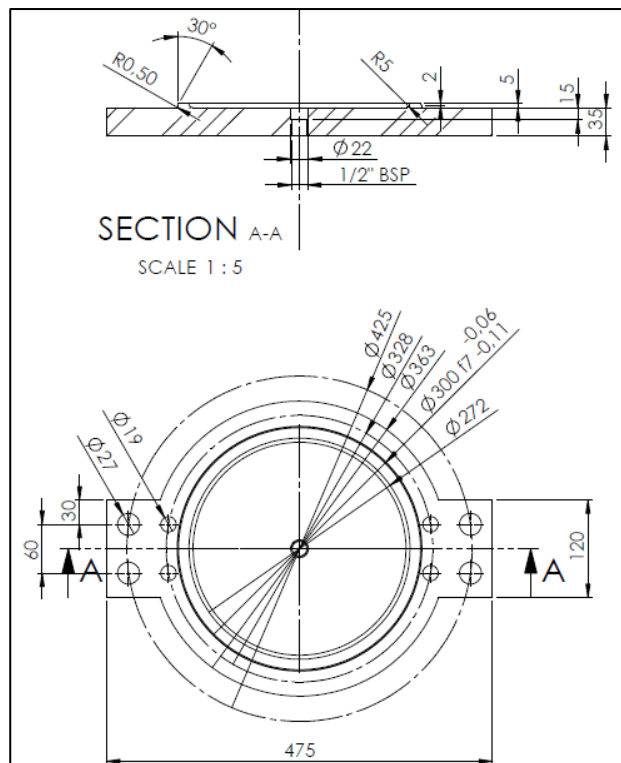


Figura 22 - Solução inicial A e B (alteração)

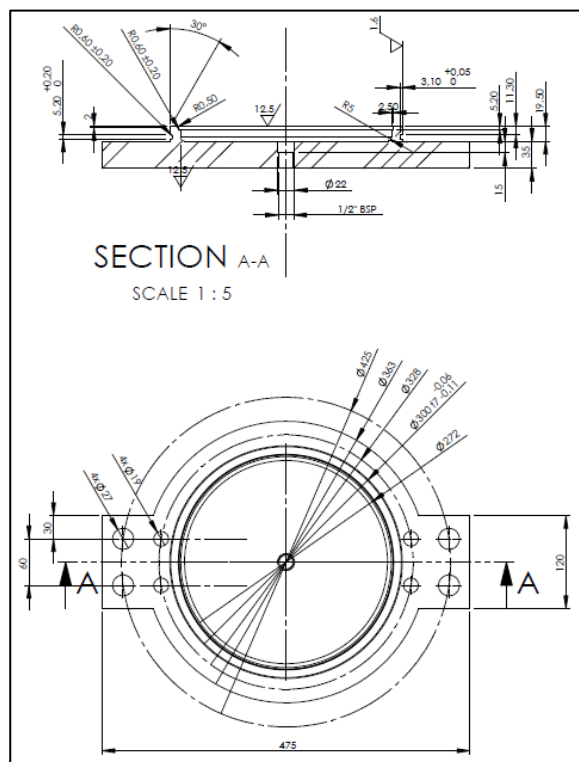


Figura 23 - Solução C

As três configurações em teste consistem em:

- Solução A – aplicação da tampa “tampa alqueva v3.pdf” por substituição da barra de travamento original, com a aplicação de vedante em U/V no espaço identificado com “h” na imagem anterior.
- Solução B – aplicação da tampa “tampa alqueva v3.pdf” por substituição da barra de travamento original, com a aplicação de o’ring com 15,5 mm de diâmetro no espaço identificado com “h” na imagem anterior.
- Solução C - aplicação da tampa “tampa alqueva ved in out v2.pdf” por substituição da barra de travamento original, tendo esta um o’ring com 4 mm de diâmetro no exterior e um de 3 mm no interior, a serem colocados nas respectivas caixas do casquilho de 19,5 mm de altura.

Procedimento de intervenção:

De um modo muito sucinto, o procedimento de intervenção para cada pá passou por:

- Desmontagem da barra de travamento;
- Aplicação de tampa com casquilho de 19,5 mm de altura para empurrar os orkot’s que haviam descaído, garantindo que a o espaço entre a base do orkot e a base da chumaceira era de 19,5 mm (espaço identificado com “h” na Figura 21);
- Limpeza das superfícies interiores da chumaceira inferior das pás diretrizes na zona onde se instalaram os novos vedantes, para garantir as melhores condições possíveis para o seu correto funcionamento;
- Montagem dos novos vedantes e das novas tampas, recorrendo a um sistema de varões roscados, porcas, barras de apoio e um macaco hidráulico;
- Fixação das novas tampas às chumaceiras e ao aro inferior pela aplicação dos parafusos (foram aplicados parafusos novos).

Constrangimentos:

- No Grupo 2 para avançar com a implementação das novas tampas foi necessário esvaziar por completo o circuito hidráulico (quando no plano inicial se previa somente o esvaziamento de jusante). Isto decorre do facto de que a fuga existente pela vedação superior da válvula cilíndrica não ter permitido estancar a passagem de água nas chumaceiras inferiores das pás diretrizes.

Sobre as 3 soluções implementadas nas chumaceiras inferiores das pás diretrizes, foram efetuados os seguintes comentários face aos resultados apurados:

- Opção A:

Solução mais natural, porém sujeita a maior probabilidade de fugas com o tempo de serviço;

- Opção B:

Solução eficaz do ponto de vista da vedação, porém introduz maior desgaste nos munhões inferiores das pás;

- Opção C:

Solução tão eficaz quanto a opção B do ponto de vista da vedação, introduzindo menos desgaste nos munhões inferiores das pás e evitando a descida do orkot.

Todos os desenhos de peças do grupo gerador e das peças efetuados encontram-se no anexo 4.

12. CONCLUSÃO

A realização deste estágio permitiu acompanhar e conhecer o árduo trabalho de um Engenheiro Mecânico na Manutenção, constatar a complexidade da função de Manutenção e dos conhecimentos técnicos que são exigidos à Gestão da Manutenção. Foi possível acompanhar e colaborar em análises de problemas, soluções e reparações com os diferentes técnicos da empresa.

Assim permitiu conhecer, acompanhar e participar em diferentes estudos de caso, conhecer as especificações técnicas dos equipamentos, os procedimentos inerentes a cada situação de diferentes origens, tendo em conta as diretivas da empresa.

No decorrer deste estágio fiquei a conhecer o software de gestão empresarial, nomeadamente o SAP PM como ferramenta de apoio à manutenção, com muitas potencialidades e de grande relevância para a gestão da manutenção.

Tive oportunidade de participar ativamente em todas as tarefas descritas ao longo do relatório, em que foi fomentada a utilização das “ferramentas” *LEAN*, que demonstraram ser um método eficaz de análise e resolução de problemas. Utilizando os “5 Porquês” na análise de problemas é possível chegar à causa raiz dos mesmos, provando ser uma metodologia simples e de fácil aplicação, provando ser capaz identificar a origem dos problemas e as soluções possíveis de implementar, identificando o custo-benefício das mesmas.

A vivência do dia-a-dia com o corpo de Engenharia e com os técnicos permitiu colocar em prática e explorar os conhecimentos teóricos e práticos adquiridos ao longo do curso.

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]Ferreira, L. A. (1998) “Uma Introdução a Manutenção”. Porto, Edição Publindústria, Edições Técnicas.
- [2]Assis, Rui “Apoio à Decisão em Gestão da Manutenção”. Lisboa, Porto, Coimbra: LIDEL, cop. 2004
- [3]<https://intranet.edp.pt>
- [4]Motor de busca www.google.pt
- [5]Dossier de Qualidade do Grupo 3 de Belver - VATECH
- [6]<http://intranet.edpon.edp.pt/pt/OurCompany/AboutUs/OurHistory/Paginas/HistoriaEDP.aspx>
- [7]http://www.jornaldenegocios.pt/empresas/energia/detalhe/barragens_levaram_a_criacao_de_empresas_agrupadas_na_edp_depois_das_nacionalizacoes
- [8]<http://esa.ipb.pt/~jpmc/ArquivoEA/O%20sistema%20electroprodutor%20da%20EDP.pdf>
- [9]<https://web.fe.up.pt/~ee00189/edp1.html>
- [10]<https://web.fe.up.pt/~ee00189/edp.html>
- [11]<https://portugal.edp.com/pt-pt/setor-energetico-em-portugal/producao-e-comercializacao>
- [12]<http://www.erse.pt/pt/desempenhoambiental/prodregesp/Paginas/default.aspx>
- [13]<http://intranet.edpon.edp.pt/pt/NewsAndEvents/News/EDP%20Group/2007/12/Paginas/10949.aspx>
- [14]https://pt.wikipedia.org/wiki/Barragem_de_gravidade
- [15]https://pt.wikipedia.org/wiki/Barragem_em_arco
- [16]https://pt.wikipedia.org/wiki/Barragem_de_aterro
- [17]<http://www.aprh.pt/congressoagua2002/geral/exposit/edp.htm>
- [18]<http://dynamox.net/tipos-de-manutencao/>
- [19]<https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/2173/1/Disseração.pdf>

14. ANEXOS

Anexo 1 – Estudo Vedante das pás da turbina do grupo 3 de Belver

Anexo 2 – Iniciativas Lean

Anexo 3 – Gestão de Processos

Anexo 4 – Desenhos Alqueva

ANEXO 1

ESTUDO VEDANTE DAS PÁS DA TURBINA DO GRUPO 3 DE
BELVER

ANEXO 2

INICIATIVAS LEAN

- EDPP-DTM 136 CABRIL -MELHORAR O SISTEMA DE LIMPEZA DO 2º ESCALÃO DA REFRIGERAÇÃO DO GRUPO 1

- EDPP-DTM 131 BOUÇÃ-MELHORAR O SISTEMA DE RECOLHA DE VAPORES DE ÓLEO DAS CHUMACEIRAS DO GRUPO 1

- MELHORIA NO SISTEMA DE CONSIGNAÇÃO DOS ACUMULADORES AR/ÓLEO DOS SISTEMAS ÓLEO REGULAÇÃO DO A.H. FRATEL

ANEXO 3

GESTÃO DE PROCESSOS

-

ANEXO 4

Desenhos Alqueva